



3a

VMBO - K
biologie voor jou
HANDBOEK

bvji

MALMBERG

3a VMBO-K

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW
VMBO-K

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
LIZZY BOS-VAN DER AVOORT
ROB MELCHERS
MARINKE VAN DER VELDE

EINDREDACTIE

LINIE STAM
JORN VAN DOOREN
RUUD PASSIER

AUTEURS ZESDE EDITIE

GERARD SMITS, BEN WAAS, ARTEUNIS BOS, ONNO KALVERDA

ZEVENDE EDITIE

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Voor je ligt handboek deel 3a van *Biologie voor jou* (Bvj). Naast het handboek kun je ook gebruikmaken van het werkboek, het antwoordenboek en de digitale leeromgeving. Samen vormen ze een complete lesmethode. Met *Biologie voor jou* kun je zelfstandig en op je eigen niveau werken. Je docent kan je vertellen hoe je dit het beste aanpakt.

WERKEN MET DE BOEKEN VAN BVJ

De hoofdstukken in *Biologie voor jou* heten thema's. Elk thema gaat over een biologisch onderwerp, en bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstoffen (leerstof en opdrachten)
- Practica
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstoffen
- Examentrainer

BASISSTOFFEN

De basisstoffen bestaan uit **leerstof** en bijbehorende opdrachten. In het handboek staan de teksten die je gaat lezen. Hier staan veel afbeeldingen bij, zodat je de stof beter kunt begrijpen.

Tussen de leerstof en opdrachten zie je ook **contexten** staan. Deze herken je aan de stippellijn en grijsgroene achtergrondkleur. Met contexten ontdek je welke rol biologie speelt in beroepen, wetenschap en maatschappij. Ook helpen contexten je om biologische kennis toe te passen in een nieuwe situatie. Contexten bevatten nooit nieuwe leerstof voor het examen. Je hoeft ze dus niet te leren.

Bij elke basisstof wordt verwezen naar **opdrachten**, waarmee je de stof leert kennen en toepassen. Deze opdrachten staan in het werkboek. De opdrachten in het werkboek zijn ingedeeld in drie soorten. Zo kun je gemakkelijk zien op welk niveau je de biologie beheerst. Je docent kan kiezen welke opdrachten het beste bij je passen:

- **Kennisopdrachten** helpen je om de stof te leren.
- **'Toepassing en inzicht'**-opdrachten zijn wat moeilijker. Hiermee oefen je om kennis toe te passen.
- **Plusopdrachten** zijn extra uitdagend. Hiermee kun je kijken of je deze biologie beheerst op niveau vmbo-gt.

Met het antwoordenboek kun je de opdrachten nakijken.

PRACTICA

We hebben alle practica (per thema) bij elkaar gezet in het werkboek. Zo kun je gemakkelijk zien welke practica bij een thema horen.

SAMENVATTING

In de samenvatting staan de leerdoelen, met een omschrijving van wat je moet ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk of examen. Hiermee kun je het thema gemakkelijker leren.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je oefenen of je de leerstof voldoende ‘kent en kunt’. Hiermee rond je het thema af. Je kunt de diagnostische toets nakijken met het antwoordenboek.

VERRIJKINGSSTOF

De verrijkingsstoffen bevatten geen nieuwe examenstof, maar extra stof. Met de verrijkingsstoffen kun je bijvoorbeeld oefenen op niveau vmbo-gt (de ‘plusstof’) of oefenen met vaardigheden. Je hoort van je docent welke verrijkingsstof je gaat doen.

EXAMENTRAINER

Met de examentrainer kun je oefenen voor het examen met echte eindexamen-opgaven. Je kunt oefenen met opdrachten die gaan over meerdere thema’s.

WERKEN MET DE DIGITALE LEEROMGEVING VAN BVJ

Met de nieuwe digitale leeromgeving van Bvj kun je nog beter leren en oefenen. De digitale leeromgeving wordt voortdurend verbeterd. Er kunnen dus nieuwe onderdelen bij komen tijdens het schooljaar.

In de digitale leeromgeving vind je alle onderdelen uit het boek terug. Ook vind je er een aantal nieuwe onderdelen en mogelijkheden.

DIGITALE OPDRACHTEN

De opdrachten uit het werkboek kun je ook doen in de digitale leeromgeving. Het voordeel is dat je bij veel vragen meteen feedback krijgt, zodat je kunt zien waarom je een vraag fout hebt beantwoord. Zo leer je hoe je het de volgende keer beter kunt doen. Ook worden de ‘gesloten’ vragen automatisch nagekeken. Dat scheelt je weer tijd. Tot slot kan je docent zien hoe je de vragen hebt gemaakt. Hierdoor kan je docent je sneller en beter helpen.

TEST JEZELF EN OEFENTOETS

Je kunt elke basisstof afsluiten met Test jezelf. Hierbij krijg je vragen om te testen of je de basisstof voldoende beheerst. Maak je een vraag fout, dan krijg je een herkansing. Haal je de score van 100%, dan weet je dat je de basisstof beheerst. Met de Oefentoets kun je ook met een heel thema oefenen. Je kunt de Oefentoets zo vaak doen als je wilt.

FLITSKAARTEN

Met de flitskaarten kun je biologische begrippen leren op een leuke en interactieve manier. Hiermee kun je gemakkelijker een thema leren voor je proefwerk of examen.

We hopen dat je met veel plezier zult werken met *Biologie voor jou!*

De auteurs

Inhoud

Thema 1

Organen en cellen

BASISSTOF 8

- 1 Organismen 8
- 2 De bouw van een organisme 10
- 3 Werken met een microscoop 14
- 4 Cellen van dieren en planten 18
- 5 Chromosomen 20
- 6 Gewone celdeling (mitose) 23
- 7 Biologisch onderzoek 25

SAMENVATTING 28

DIAGNOSTISCHE TOETS 30

VERRIJKINGSSTOF 36

- 1 Vechtsport en organen 36
- 2 Het menselijk lichaam in getallen 37
- 3 Virussen 38

EXAMENTRAINER 40

Thema 2

Voortplanting en ontwikkeling

BASISSTOF 44

- 1 Het voortplantingsstelsel van een man 44
- 2 Het voortplantingsstelsel van een vrouw 47
- 3 Reductiedeling 50
- 4 Geslachtskenmerken, hormonen en de menstruatiecyclus 52
- 5 Bevruchting en embryonale ontwikkeling 56
- 6 Geboorte en verdere ontwikkeling 62
- 7 Seksueel overdraagbare aandoeningen 66
- 8 Geboorteregeling 69
- 9 Seksualiteit 75

SAMENVATTING 77

DIAGNOSTISCHE TOETS 83

VERRIJKINGSSTOF 94

- 1 Kraamverzorgende 94
- 2 Het aidsbekerspel 95
- 3 Voortplanting bij dieren 96

EXAMENTRAINER 98

Thema 3

Erfelijkheid en evolutie

BASISSTOF	102
1 Genotype en fenotype	102
2 Geslachtschromosomen	105
3 Genenparen	107
4 Kruisingen	110
5 Stambomen	113
6 Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting	115
7 Mutaties	118
8 Erfelijkheidsonderzoek	120
9 Biotechnologie	123
10 De evolutietheorie	126
11 Argumenten voor evolutie	130
SAMENVATTING	134
DIAGNOSTISCHE TOETS	139
VERRIJKINGSSTOF	151
1 Kleur bij katten	151
2 Erfelijkheid in je familie	152
3 Ontwikkeling van het leven op aarde	153
EXAMENTRAINER	156

Thema 4

Ordening

BASISSTOF	160
1 Organismen ordenen	160
2 Bacteriën	167
3 Schimmels	169
4 Planten	172
5 Dieren	175
6 Organismen determineren	184
SAMENVATTING	187
DIAGNOSTISCHE TOETS	191
VERRIJKINGSSTOF	199
1 De dubbele naamgeving	199
2 De watervlo	200
3 Practicum: De mossel	201
EXAMENTRAINER	202
REGISTER	204
COLOFON	207

1

Organen en cellen



BASISSTOF

- 1 Organismen
- 2 De bouw van een organisme
- 3 Werken met een microscoop
- 4 Cellen van dieren en planten
- 5 Chromosomen
- 6 Gewone celdeling (mitose)
- 7 Biologisch onderzoek

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Vechtsport en organen
- 2 Het menselijk lichaam in getallen
- 3 Virussen

EXAMENTRAINER

28

30

36

37

38

40



Organen zijn delen van organismen en zijn opgebouwd uit cellen. In dit thema leer je hierover meer. Cellen kunnen er heel verschillend uitzien. Dat hangt af van welk organisme ze deel uitmaken. Cellen van planten zien er bijvoorbeeld anders uit dan cellen van dieren of mensen. Maar het hangt ook af van de functie die de cellen hebben in het organisme. In dit thema ga je verschillende cellen met een microscoop bekijken. Hiervan maak je tekeningen.

In je lichaam worden voortdurend nieuwe cellen gevormd. Nieuwe cellen ontstaan door celdeling. Ook hierover leer je meer in dit thema.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Organismen

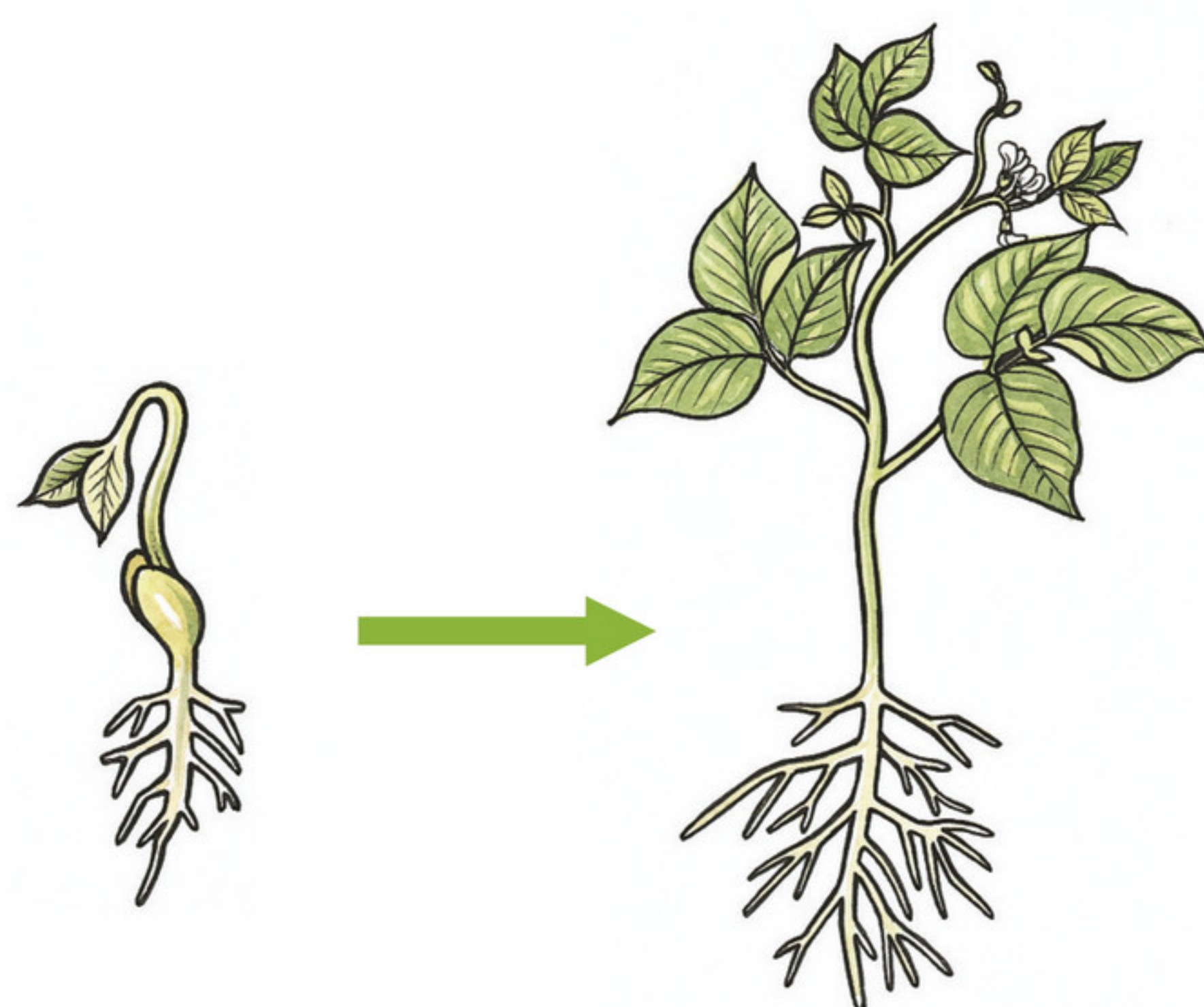
In jouw klas zitten mensen. Mensen zijn voorbeelden van organismen. In de biologie bestuderen we **organismen** (levende wezens) en hoe organismen zijn opgebouwd. Alle bacteriën, schimmels, planten en dieren zijn organismen. Elk organisme bestaat uit een of meer cellen. Cellen zijn de bouwstenen van organismen. Ze zijn zó klein dat je ze met een microscoop moet bekijken.

LEVENSKENMERKEN

Alle organismen vertonen **levenskenmerken**. Tot de levenskenmerken behoren onder andere: **ademhalen**, **voeden** en afvalstoffen **uitscheiden**. Deze levenskenmerken samen zorgen voor de **stofwisseling** in een organisme. Bij stofwisseling worden bepaalde stoffen in je lichaam omgezet in andere stoffen. Als je bijvoorbeeld brood eet, zet je lichaam het brood om in andere stoffen. Deze stoffen leveren energie. Deze energie kun je gebruiken om warm te blijven of om je spieren te bewegen.

Door stofwisseling kunnen organismen **groeien** en zich **ontwikkelen** (zie afbeelding 1). Groeien betekent: groter of zwaarder worden. Met ontwikkeling bedoelen we dat er veranderingen optreden in de bouw van een organisme. Zo krijgen jongens tijdens de puberteit bijvoorbeeld de baard in de keel en meisjes bredere heupen.

► **Afb. 1** Groei en ontwikkeling bij een plant.



Organismen kunnen prikkels zoals licht en geur waarnemen en **reageren op prikkels**, bijvoorbeeld door te **bewegen**.

Tijdens het leven kunnen organismen zich **voortplanten**. Hierdoor ontstaan nakomelingen.

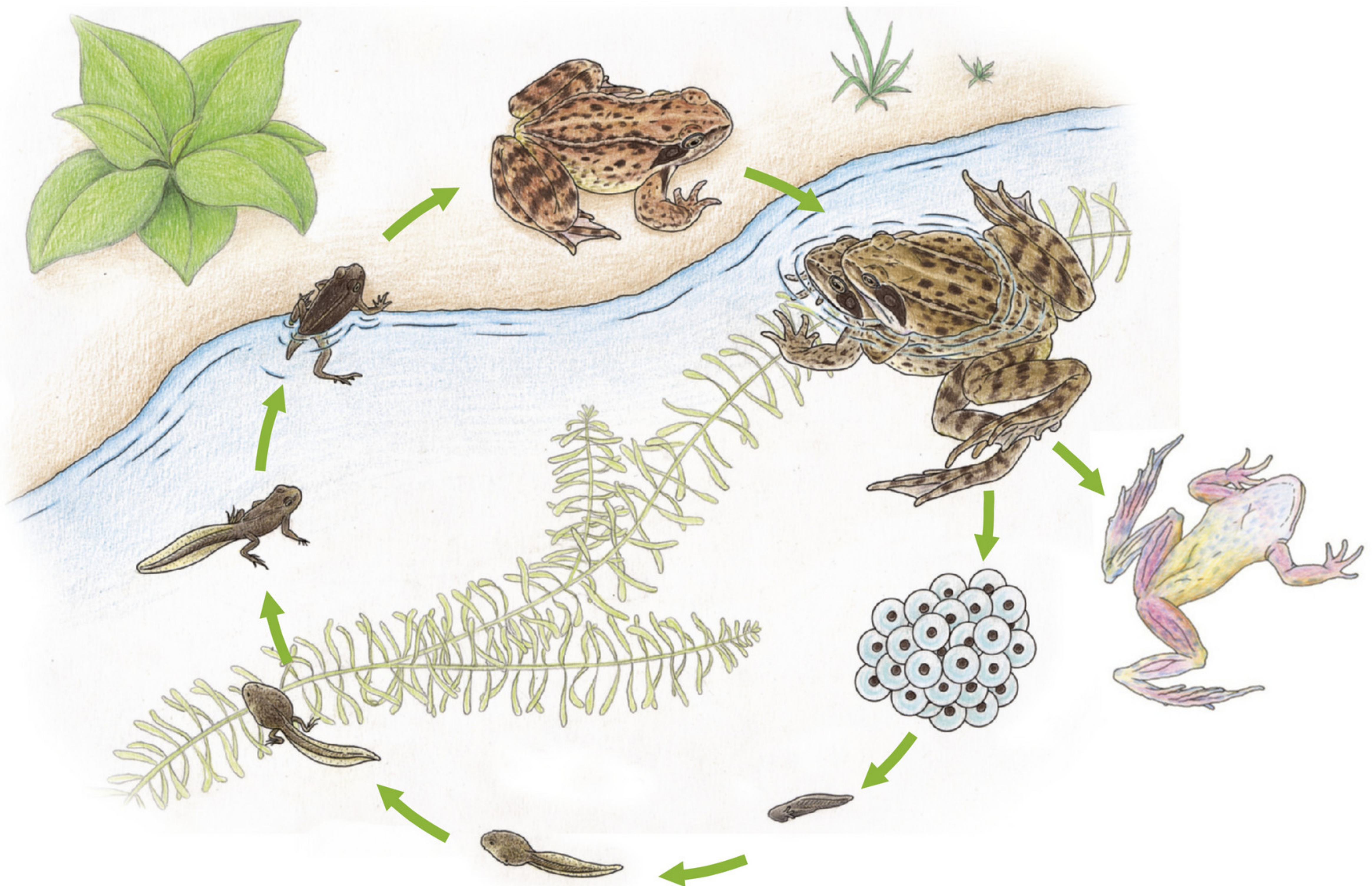
LEVENSLLOOP EN LEVENSCYCLUS

Elk organisme (elk **individue**) heeft zijn eigen levensloop. De **levensloop** begint met de geboorte en eindigt met de dood van het organisme.

Elk organisme gaat dood, maar elke soort heeft een **levenscyclus** (zie afbeelding 2). In de levenscyclus gaan organismen telkens dood. Maar de organismen krijgen steeds nakomelingen. Daardoor blijft de soort bestaan.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 6

▼ **Afb. 2** De levenscyclus van de soort bruine kikker.



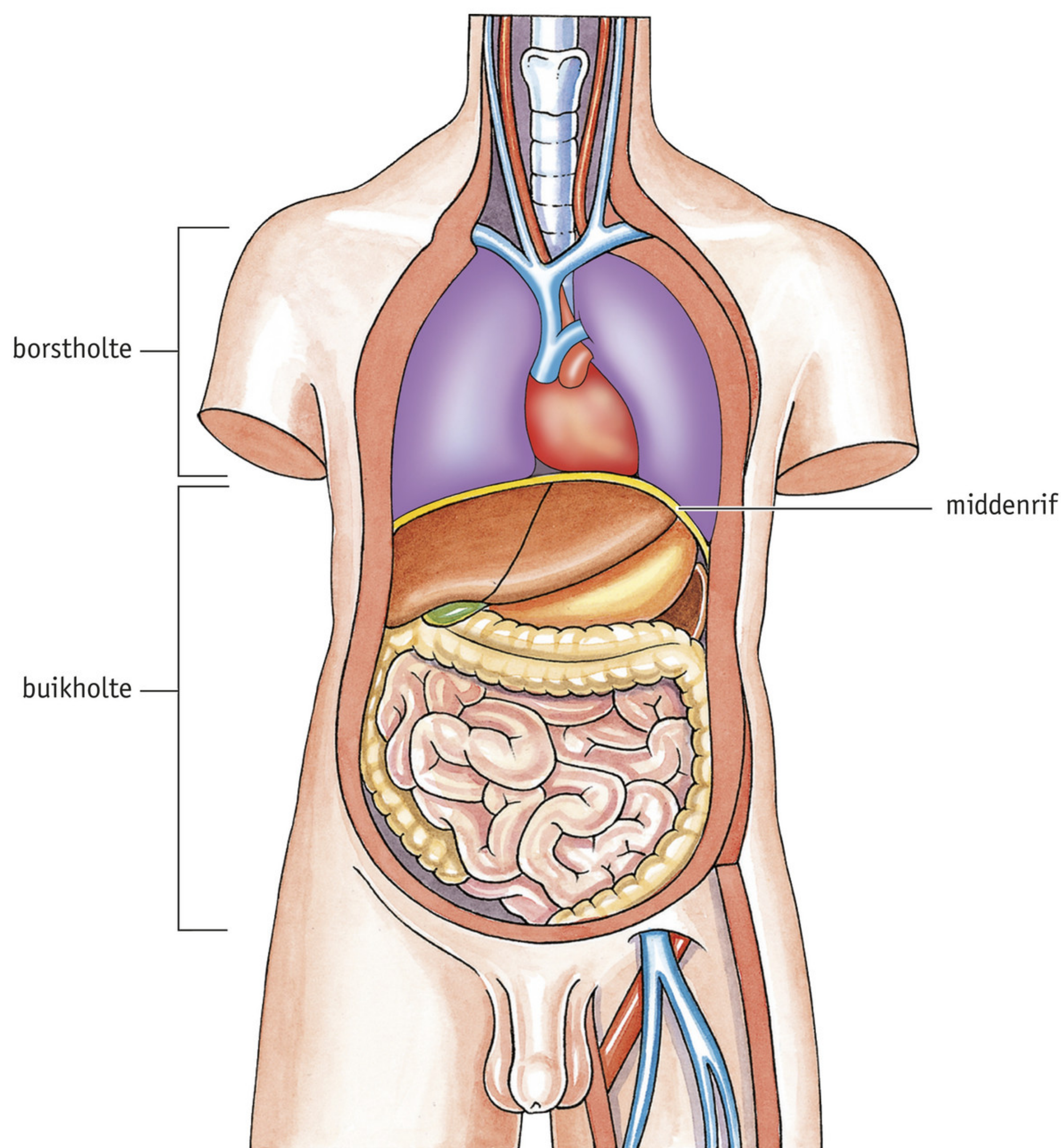
2 De bouw van een organisme

Als je gaat sporten, gebruik je niet alleen je spieren, maar ook je ogen, hart en longen. In je lichaam werken dus allerlei organen samen. Een **orgaan** is een deel van een organisme met een of meer functies. Zowel planten als dieren hebben organen. Plantenorganen zijn bijvoorbeeld wortels, stengels en bladeren.

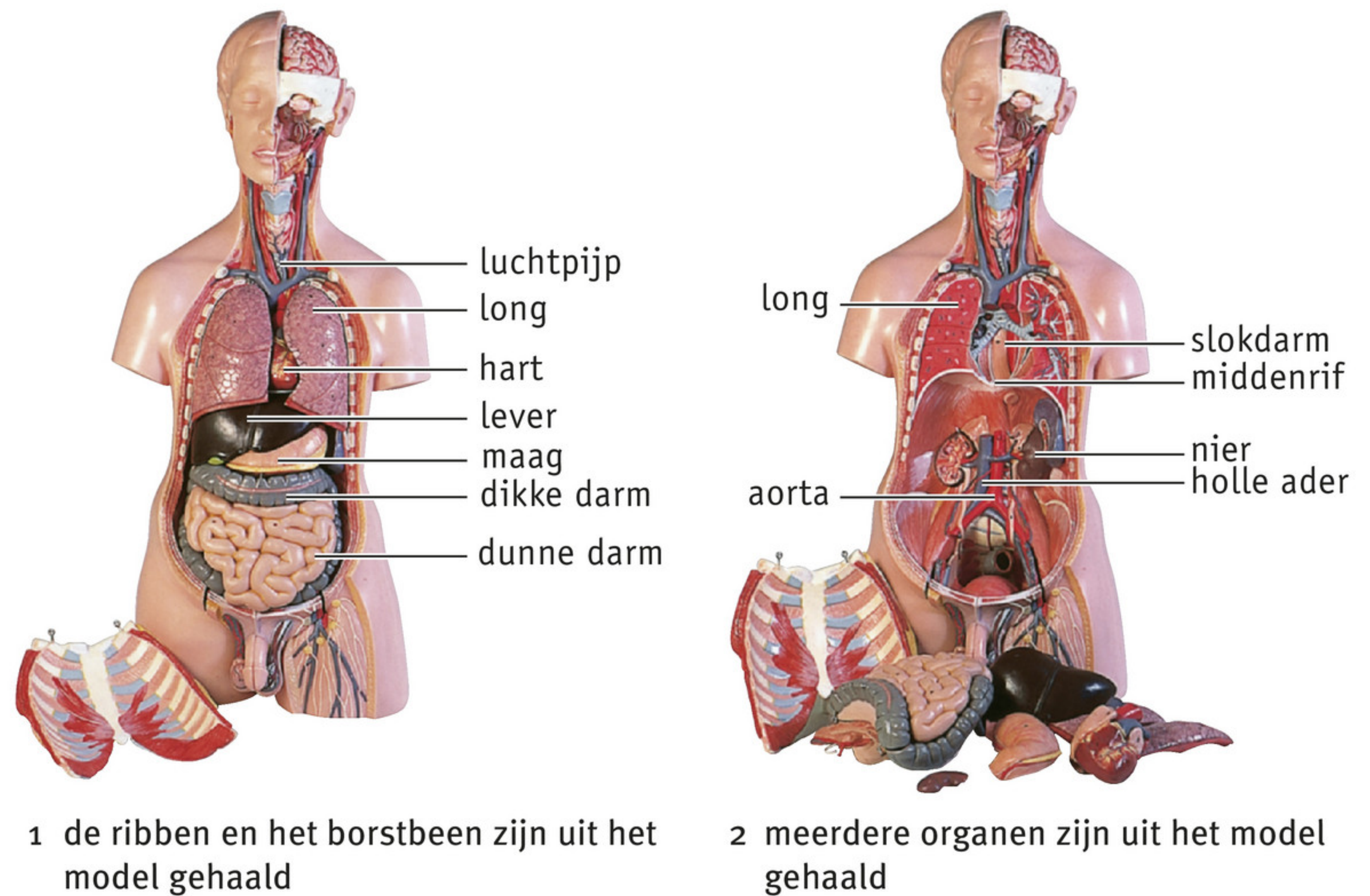
FUNCTIES VAN ORGANEN

In afbeelding 3 zie je een tekening van de romp van een man. In de tekening zijn de **borstholte** en de **buikholte** aangegeven. Het **middenrif** scheidt de romp in de borstholte en de buikholte.

► **Afb. 3** De romp van een man.

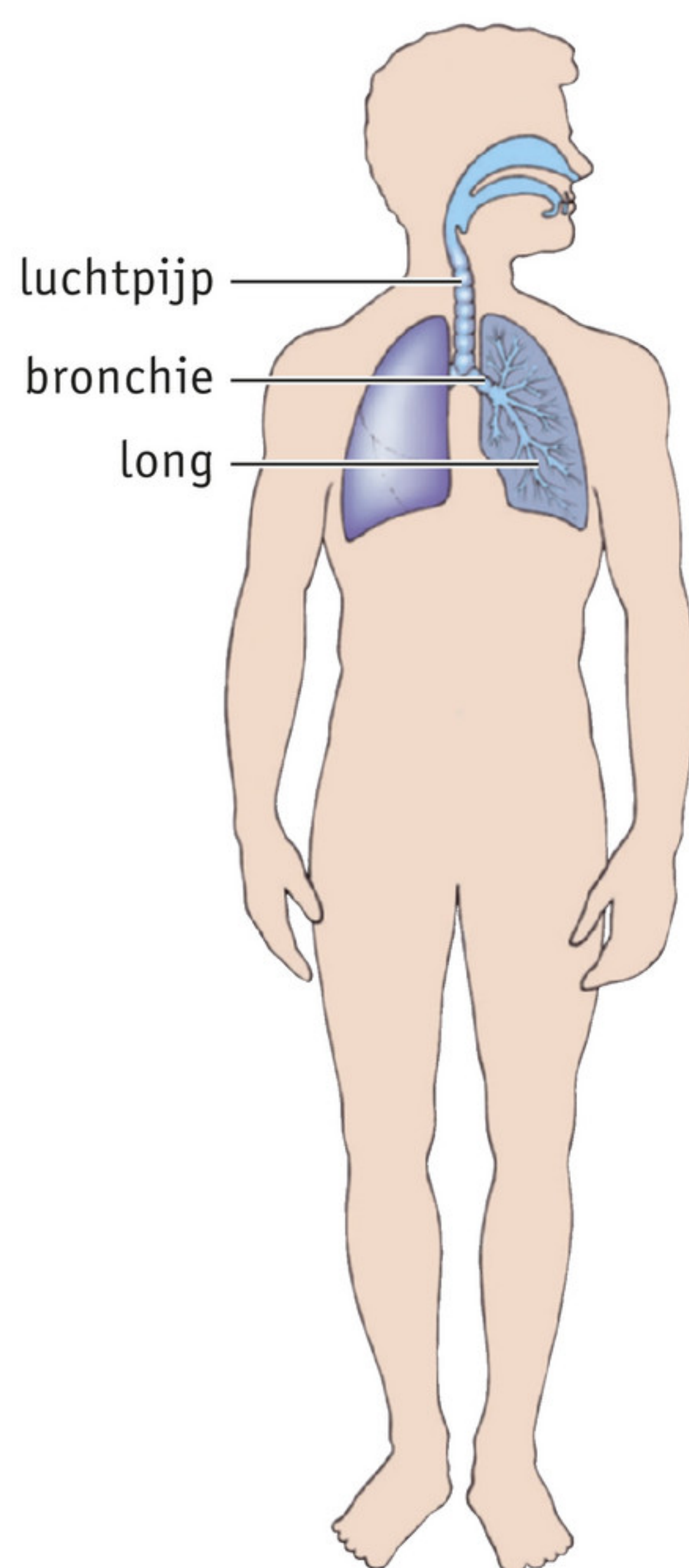


In de borstholte liggen onder andere de slokdarm, de longen en het hart. In de buikholte liggen onder andere de maag, de lever, de dunne darm, de dikke darm en de nieren (zie afbeelding 4). De slokdarm en de aorta komen zowel in de borstholte als de buikholte voor.

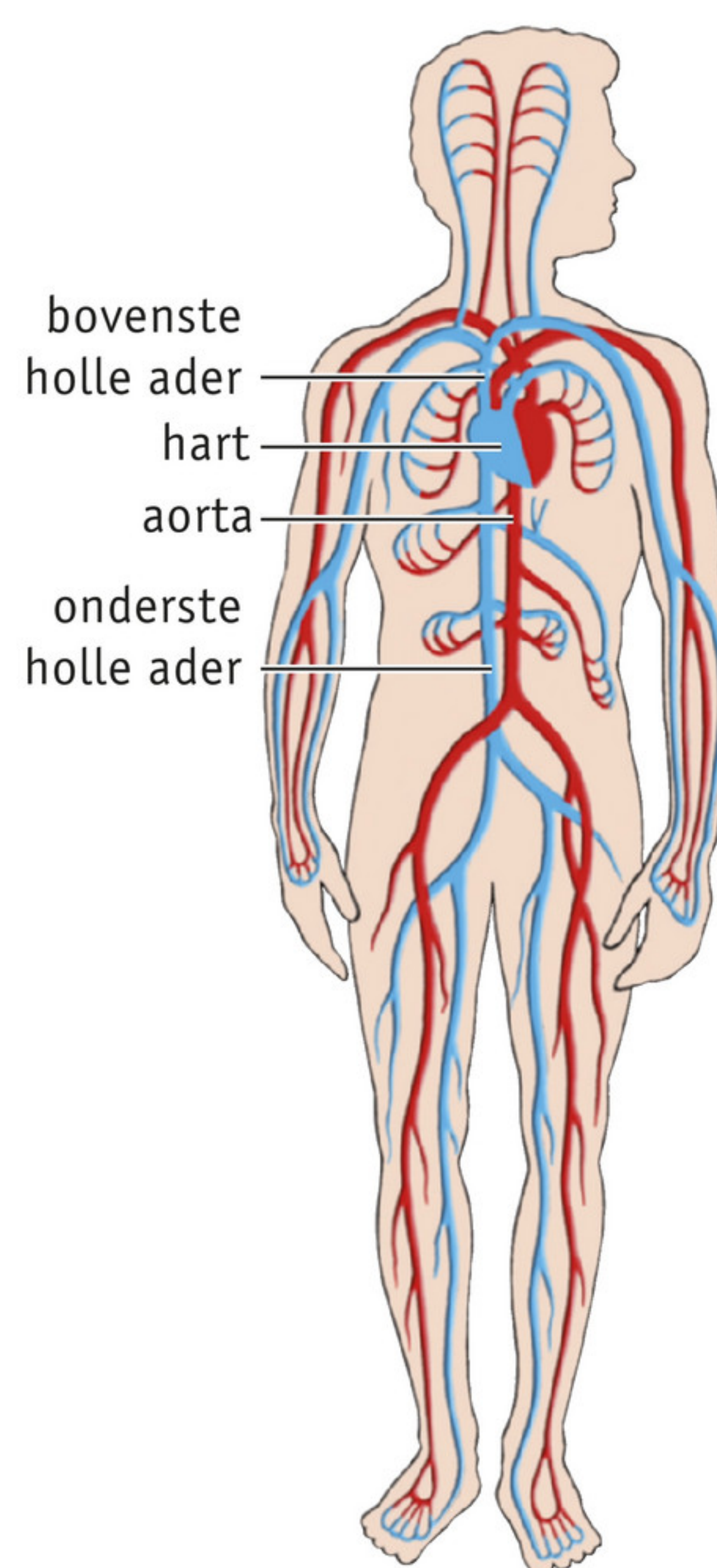
► **Afb. 4** Organen van een mens.

Een orgaan is een deel van een organisme met een of meer functies. De functies van de longen zijn bijvoorbeeld zuurstof opnemen en koolstofdioxide afgeven.

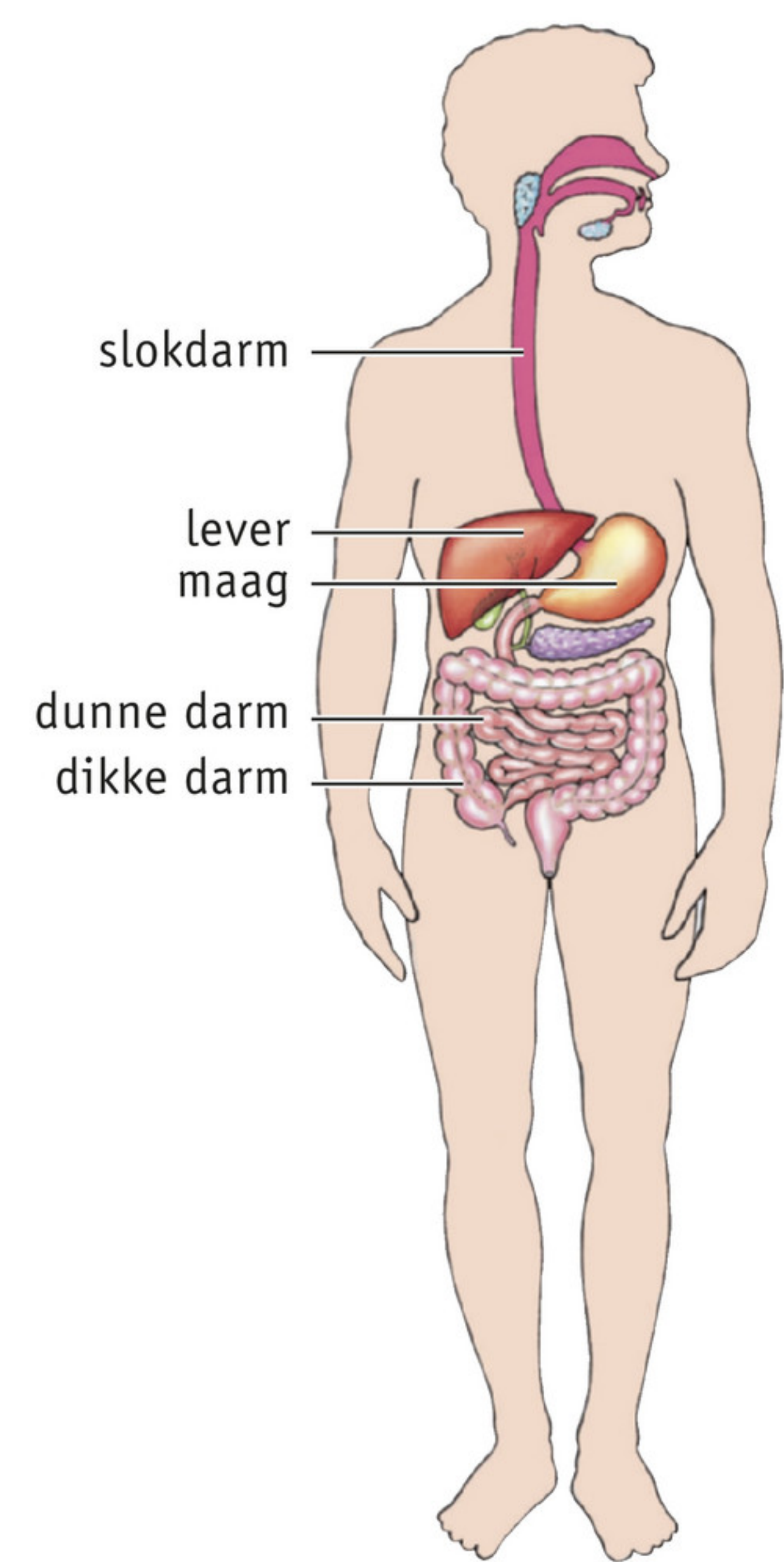
Vaak hebben enkele organen samen een bepaalde functie. Zo'n groep samenwerkende organen heet een **orgaanstelsel**. Voorbeelden van orgaanstelsels zijn het hormoonstelsel, het voortplantingsstelsel en het zintuigstelsel. In afbeelding 5 zie je nog meer orgaanstelsels. Alle orgaanstelsels van je lichaam werken samen. Ze zorgen ervoor dat je gezond blijft.

▼ **Afb. 5** Enkele orgaanstelsels van de mens.

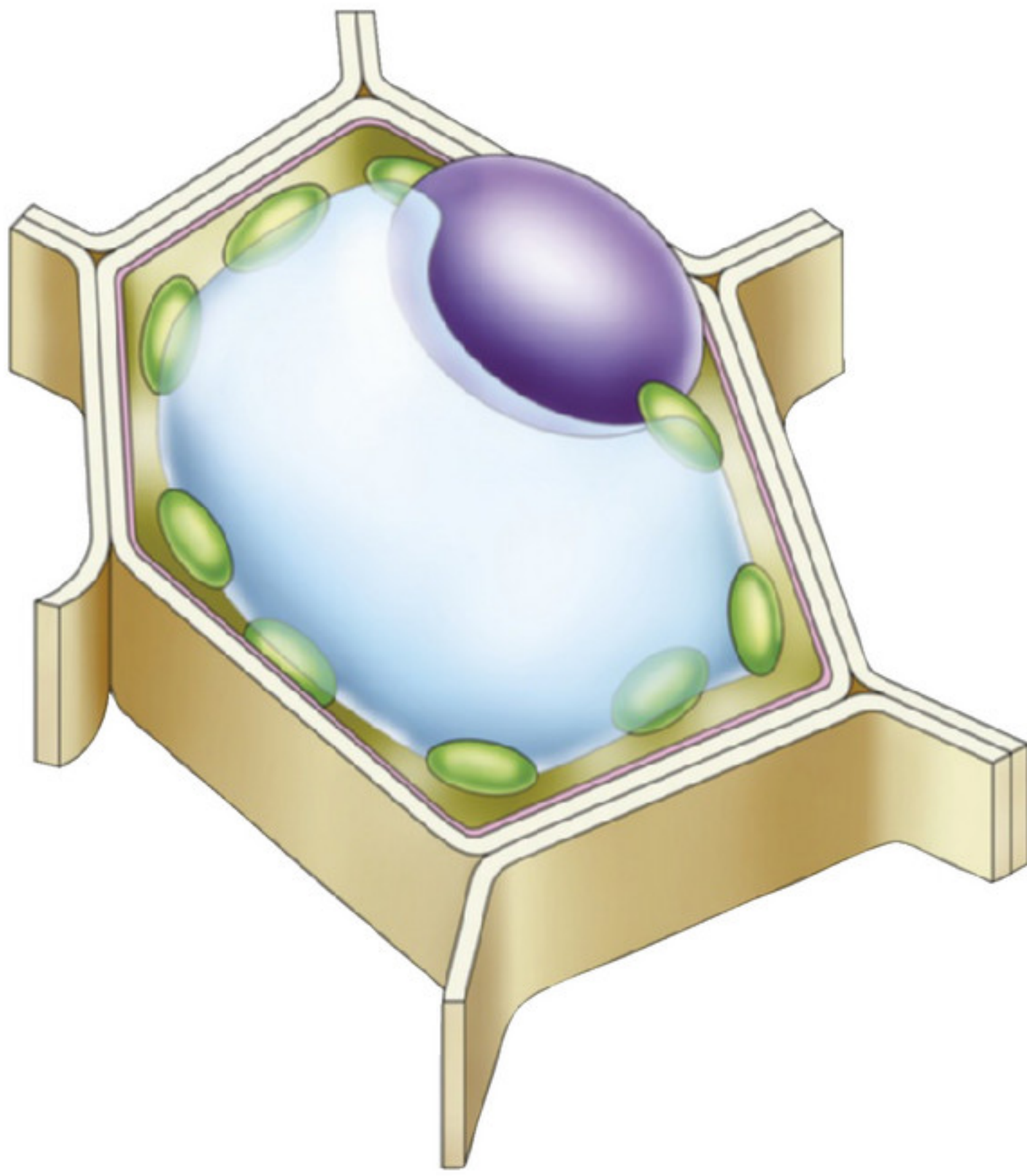
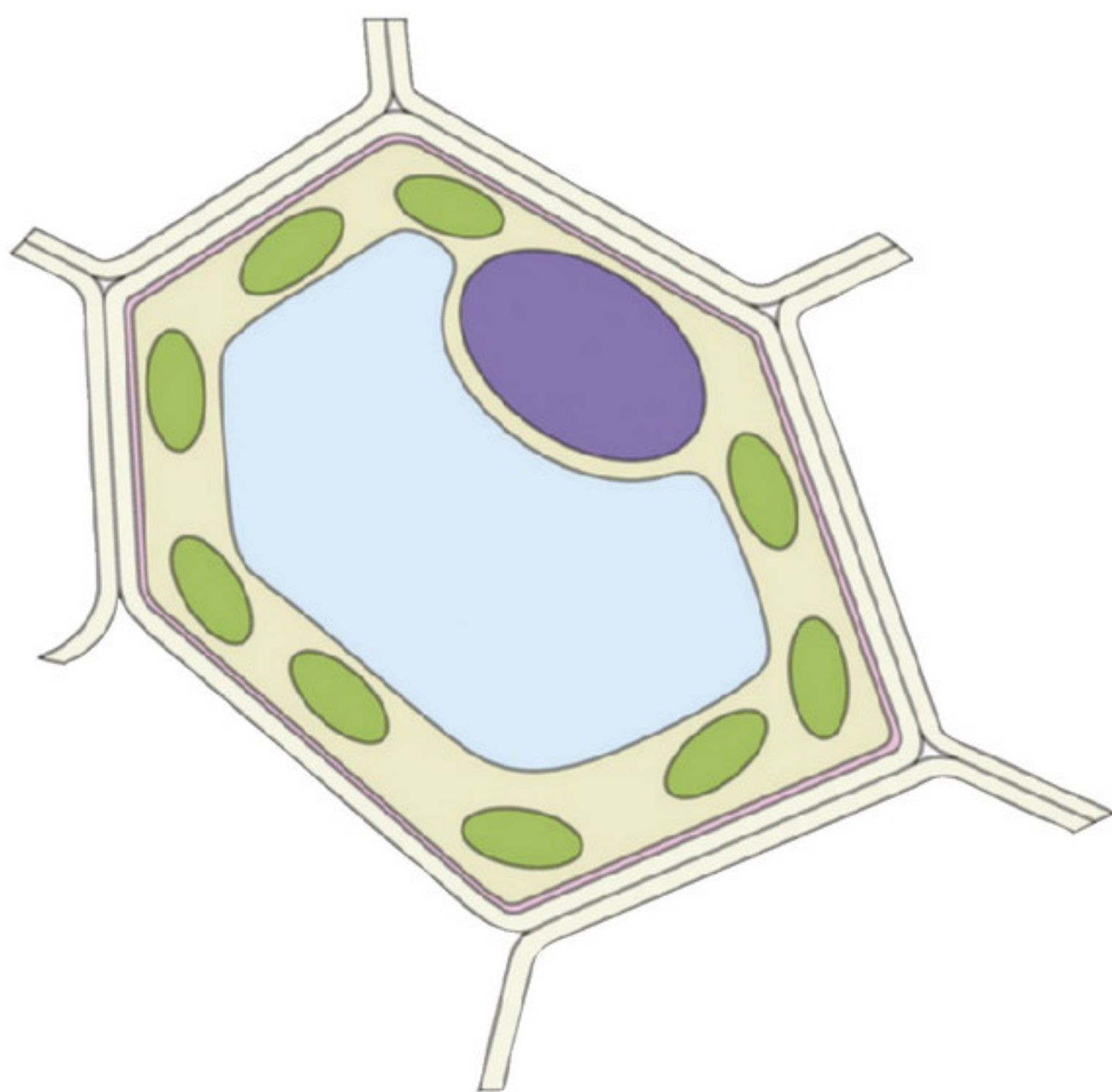
1 ademhalingsstelsel



2 bloedvatenstelsel



3 verteringsstelsel

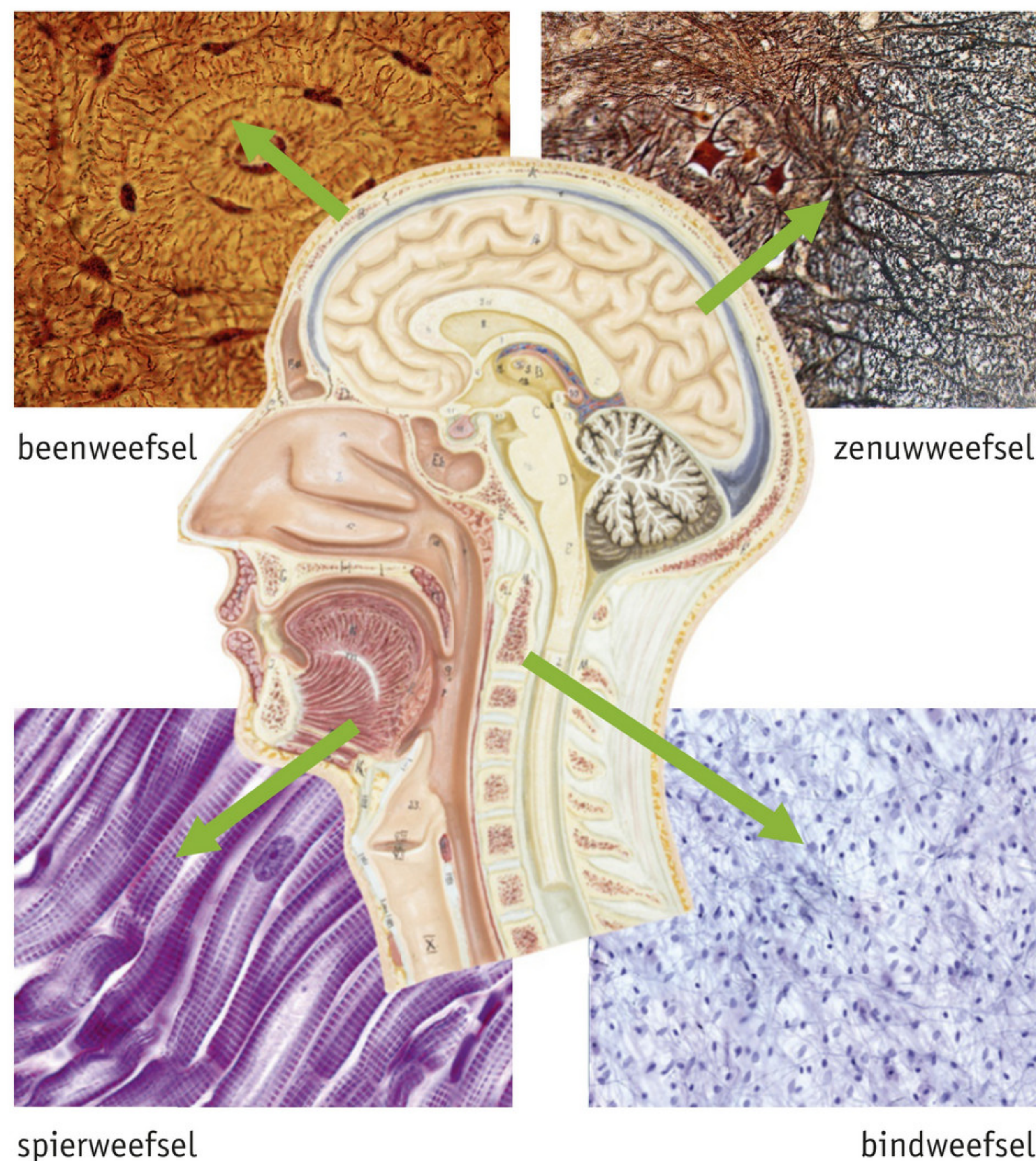
▼ **Afb. 6** Een cel met diepte getekend.▼ **Afb. 7** Een cel getekend zoals je hem door een microscoop ziet.

CELLEN EN WEEFSELS

Organen zijn opgebouwd uit **cellen**. In afbeelding 6 is een cel ruimtelijk getekend. In deze tekening zie je 'diepte'. Maar als je een cel met een microscoop bekijkt, lijkt de cel 'plat' (zie afbeelding 7). Dat komt doordat je maar één vlak in de cel scherp ziet. Je ziet geen diepte meer. Ook in dit handboek worden cellen meestal 'plat' getekend. Je moet er dan ook rekening mee houden dat de cellen in werkelijkheid niet plat zijn.

In een orgaan kunnen cellen voorkomen die heel verschillend van vorm zijn. Dat heeft te maken met de functies van de cellen. Meestal liggen cellen met dezelfde vorm en dezelfde functie(s) in groepen bij elkaar. We noemen zo'n groep cellen met dezelfde vorm en functie een **weefsel**. In afbeelding 8 zie je voorbeelden van weefsels. In organen komen meestal verschillende soorten weefsels voor.

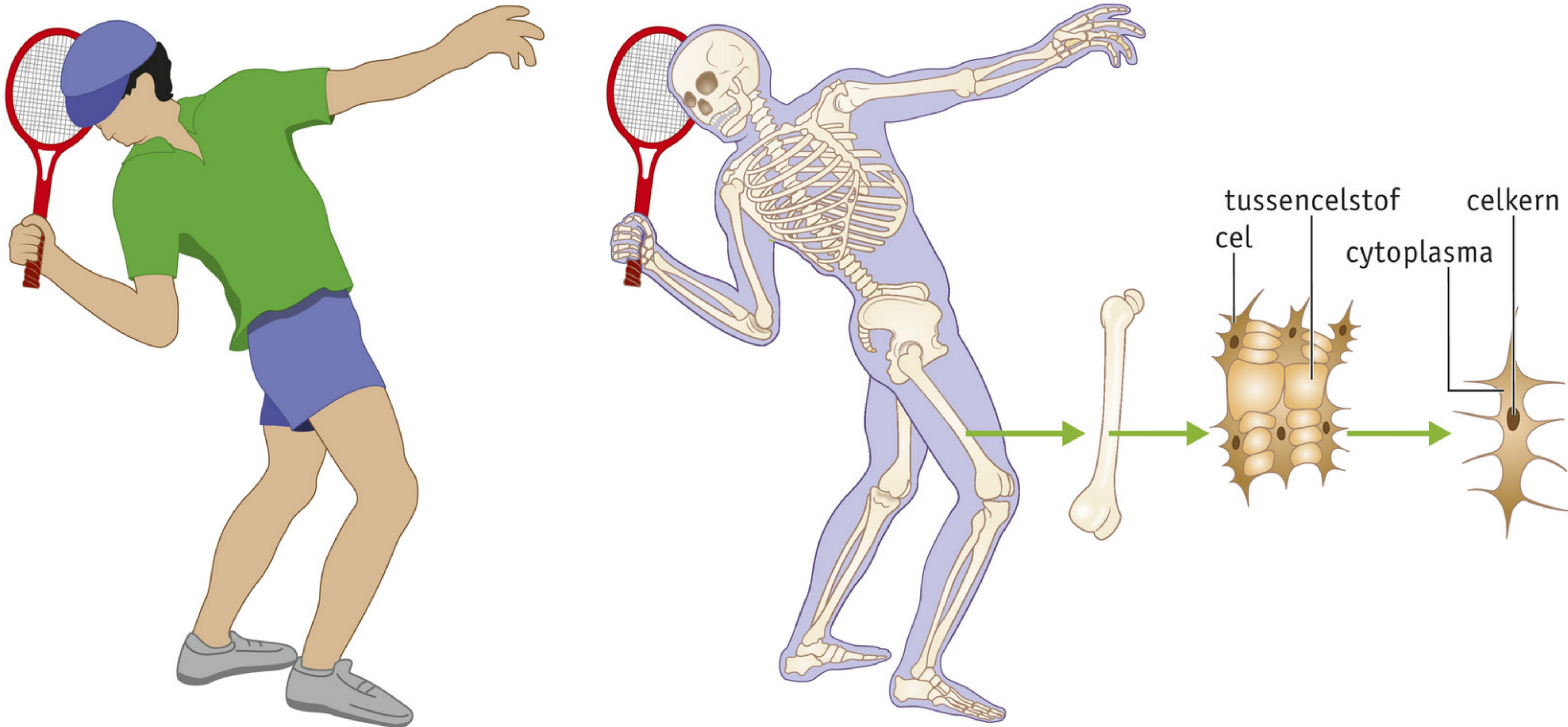
In sommige soorten weefsel zit er **tussencelstof** tussen de cellen (zie afbeelding 8). De cellen liggen dan niet direct tegen elkaar aan. Tussencelstof kan per weefsel verschillend zijn. De tussencelstof in beenweefsel bijvoorbeeld is hard en bevat veel kalk. Dit zorgt ervoor dat een bot harde delen heeft en stevig is. Deze harde, stevige delen beschermen je lichaam. In sommige andere weefsels is de tussencelstof juist zacht of vloeibaar. De tussencelstof heeft dan een andere functie.

▼ **Afb. 8** Enkele weefseltypen.

SAMENWERKEN

Een organisme bestaat, van groot naar klein, uit orgaanstelsels, organen, weefsels en cellen (zie afbeelding 9).

▼ **Afb. 9** Cellen, weefsels en organen vormen samen een orgaanstelsel.



1 organisme

2 orgaanstelsel

3 orgaan

4 weefsel

5 cel

In afbeelding 10 zie je een tennisspeelster. Bij haar actie werken bijna al haar orgaanstelsels samen. Bij de beweging van haar armen en benen werken niet alleen de botten en spieren samen. Ook haar ogen, hersenen en zenuwen doen mee. De beweging kost haar energie. Daarvoor zijn haar longen en bloedvatstelsel belangrijk.

WB OPDRACHT 4 T/M 9 BLZ. 8

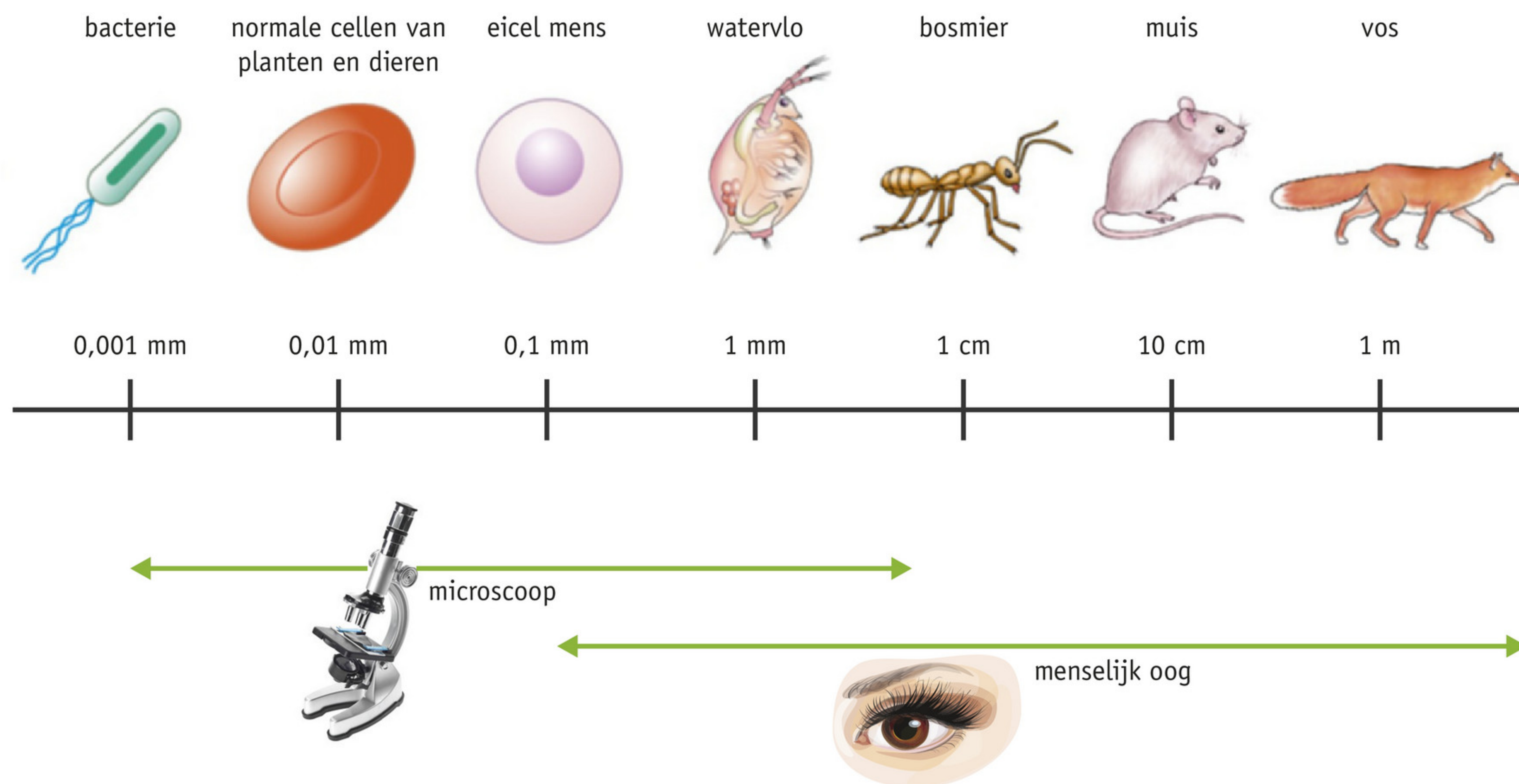
► **Afb. 10** Veel orgaanstelsels werken samen.



3 Werken met een microscoop

▼ **Afb. 11** Dit kun je zien met een microscoop en met het blote oog.

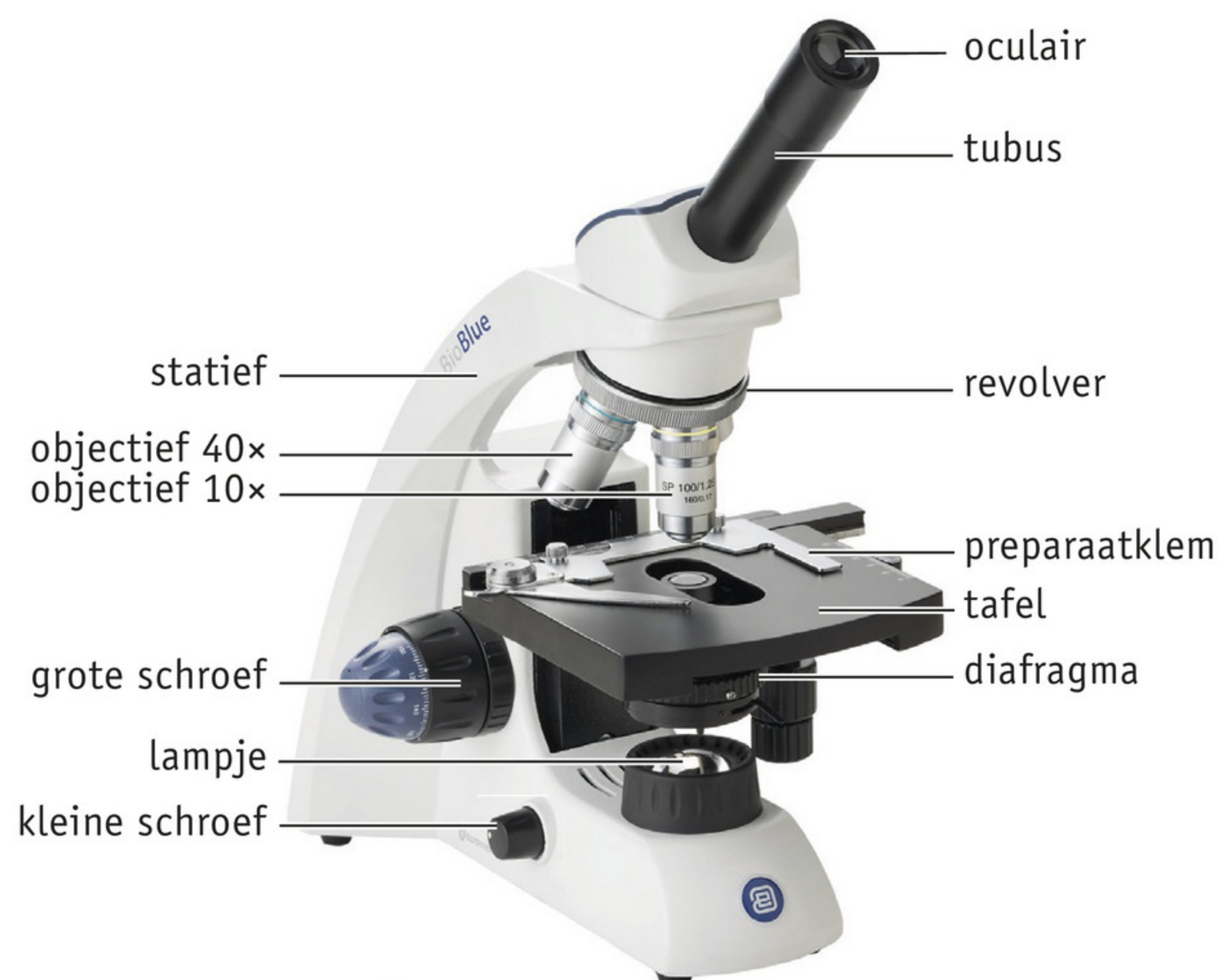
Met een microscoop kun je veel kleinere delen van organismen bestuderen dan met het blote oog (zie afbeelding 11). Op school werk je met een lichtmicroscoop. Met deze microscoop kun je goed de cellen van planten, dieren en schimmels bestuderen. In deze basisstof staan de onderdelen van een microscoop en lees je hoe je ermee moet werken.



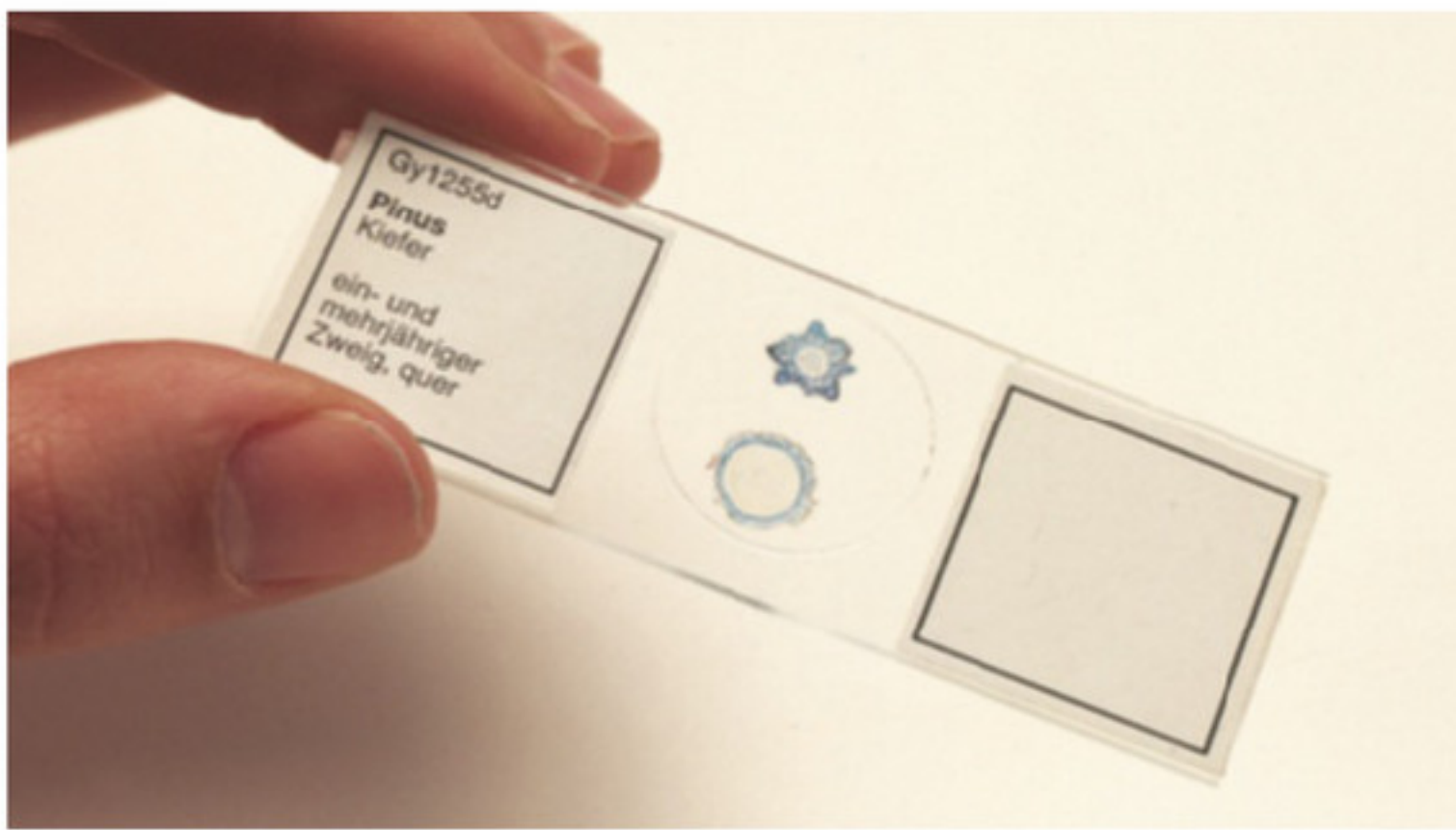
EEN MICROSCOOP OP SCHOOL

Bij de meeste microscopen kun je de tafel omhoog of omlaag draaien (zie afbeelding 12), bij andere de tubus. Maar verder komen bij vrijwel alle microscopen op scholen dezelfde onderdelen voor.

► **Afb. 12** Een microscoop waarbij de tafel omhoog en omlaag kan.



▼ **Afb. 13** Een klaargemaakt preparaat.

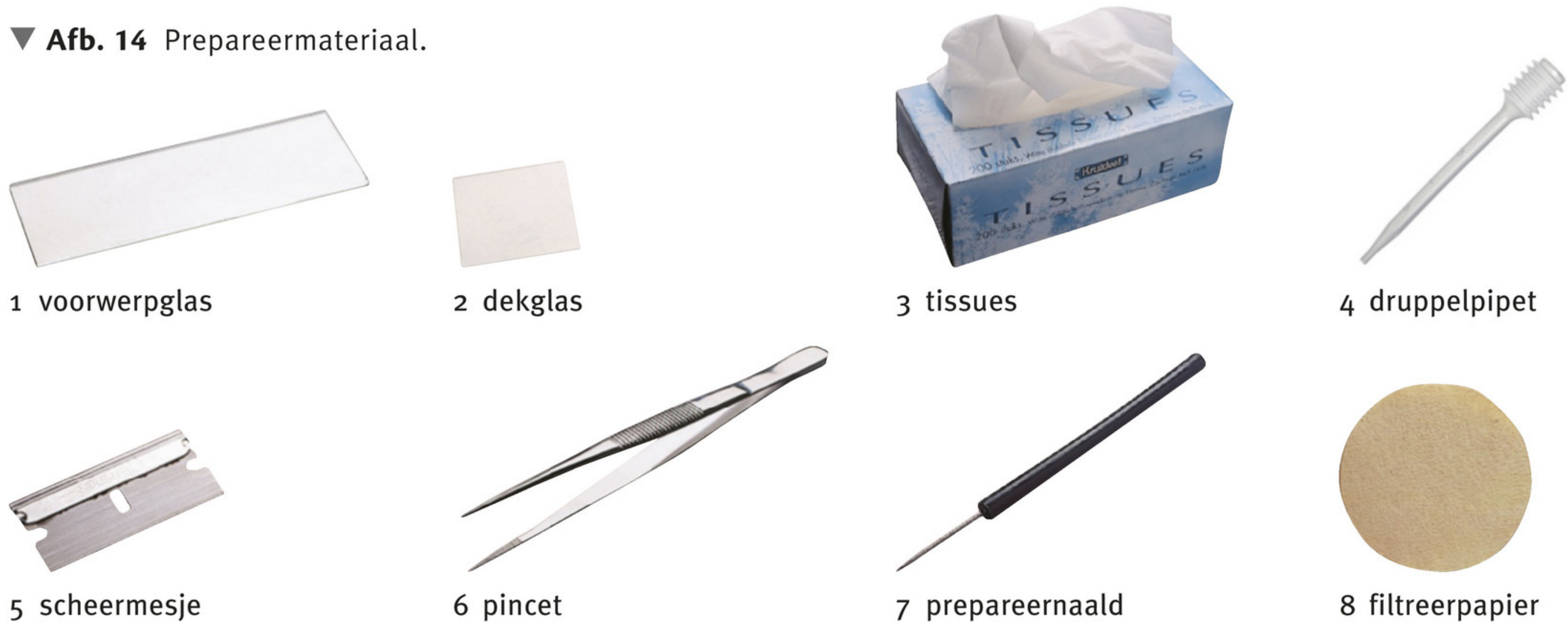


EEN PREPARAAT MAKEN

Als je met een microscoop cellen wilt bekijken, moet je er eerst een **preparaat** van maken. Sommige preparaten zijn al klaargemaakt (zie afbeelding 13). In deze basisstof leer je hoe je zelf een preparaat kunt maken. Je gebruikt hiervoor een ui. Bij het maken van een preparaat heb je **prepareermateriaal** nodig. In afbeelding 14 zie je welk prepareermateriaal je vaak nodig hebt. In afbeelding 15 zie je hoe je een preparaat maakt.

WB PRACTICUM 1 BLZ. 26

▼ **Afb. 14** Prepareermateriaal.



▼ **Afb. 15** Een preparaat maken van een vliesje van een ui.



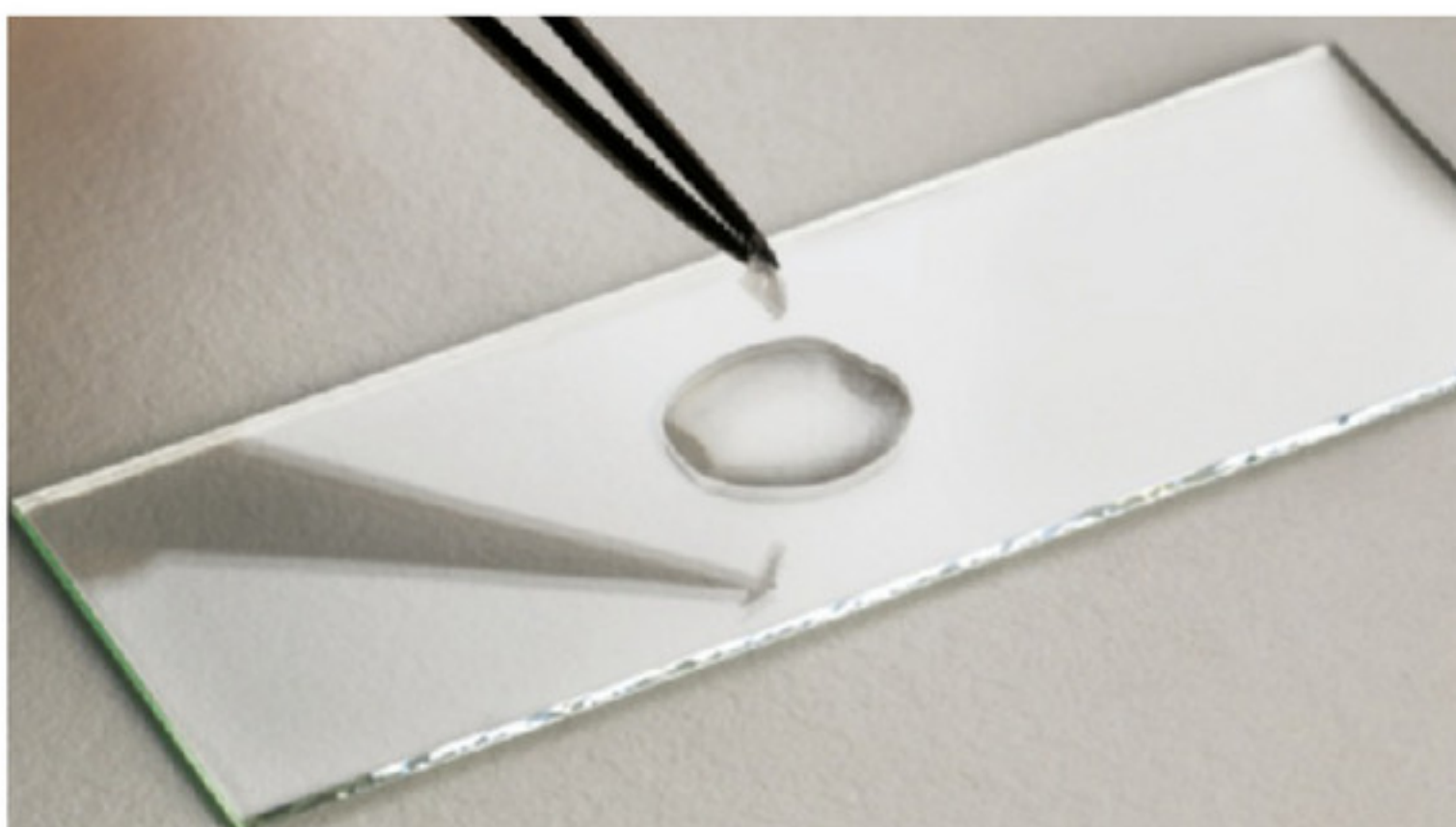
1 Breng met een druppelpipet een druppel water op een voorwerpglas.



2 Maak met een scheermesje een sneetje in de holle binnenkant van een uienrok.



3 Trek met een pincet vanaf het sneetje een stukje vlies los. Je hebt maar een heel klein stukje nodig!



4 Leg het stukje vlies in de druppel water op het voorwerpglas. Zorg ervoor dat het stukje vlies niet dubbelgeslagen ligt.



5 Schuif een dekglas van opzij tegen de druppel water aan. Laat met een prepareernaald het dekglas langzaam op de druppel zakken. Er mogen geen luchtballen in het preparaat zitten!



6 Er mag niet te veel water op het voorwerpglas zitten. Zuig overtollig water weg met filtreerpapier. Pas op dat je geen water onder het dekglas wegzuigt.

MET EEN MICROSCOOP WERKEN

Begin scherp te stellen bij de kleinste vergroting (zie afbeelding 16). Je ziet dan een groot deel van het preparaat. Daardoor kun je het voorwerp in het preparaat gemakkelijk vinden. Bovendien is de kans dan klein dat je met een objectief tegen het preparaat aankomt. Daarna kun je een grotere vergroting gebruiken (zie afbeelding 17).

WB PRACTICUM 2 EN 3 BLZ. 26

▼ **Afb. 16** Scherp stellen bij de kleinste vergroting.



1 Draai met de grote schroef de tafel helemaal omlaag (of de tubus helemaal omhoog). Draai het kleinste objectief boven de tafel.



2 Leg het preparaat tussen de klemmen. Wat je wilt bekijken, leg je midden boven de opening in de tafel.



3 Kijk door het oculair. Draai met de grote schroef de tafel langzaam omhoog (of de tubus omlaag). Stop als het beeld ongeveer scherp is.



4 Stel met de kleine schroef nauwkeurig scherp.

▼ **Afb. 17** Een grotere vergroting gebruiken.



1 Je hebt al scherp gesteld bij een kleinere vergroting. Kijk door het oculair. Wat je sterker wilt vergroten, schuif je in het midden van het beeld.



2 Kijk van opzij. Draai het objectief voor dat één maat groter is. Draai *niet* aan de grote schroef.



3 Stel met de kleine schroef nauwkeurig scherp.

TEKENINGEN MAKEN

In de biologie moet je organismen of delen van organismen zo nauwkeurig mogelijk bekijken. De beste manier om dit te doen, is door de organismen te tekenen. Als je iets tekent, kijk je er vanzelf heel nauwkeurig naar. Houd bij het tekenen rekening met de **tekenregels** (zie afbeelding 18). In afbeelding 19 lees je hoe je een preparaat opruimt.

WB OPDRACHT 10 T/M 13 BLZ. 13

► Afb. 18

TEKENREGELS

- 1 Maak grote tekeningen zodat je duidelijk de verschillende onderdelen kunt onderscheiden.
- 2 Gebruik een niet te zacht potlood (HB).
- 3 Als je kleurt, gebruik je kleurpotloden (geen viltstiften).
- 4 Teken eerst de omtrek met dunne lijnen, dan pas de onderdelen. Daarna kun je de lijnen wat duidelijker maken.
- 5 Teken wat je ziet, niet wat je volgens het boek zou moeten zien.
- 6 Maak je tekeningen niet te ingewikkeld.
- 7 Schrijf bij je tekening:
 - de naam van wat je hebt getekend;
 - (eventueel) de vergroting;
 - (eventueel) dwarsdoorsnede of lengtedoorsnede;
 - (eventueel) natuurgetrouw of schematisch;
 - (eventueel) het kleurmiddel dat is gebruikt om het preparaat te maken.
- 8 In de opdracht staat welke delen je moet tekenen. Schrijf de namen bij deze delen. Trek tussen het deel en de naam een horizontaal verbindingslijntje.



champignon schematisch

► Afb. 19

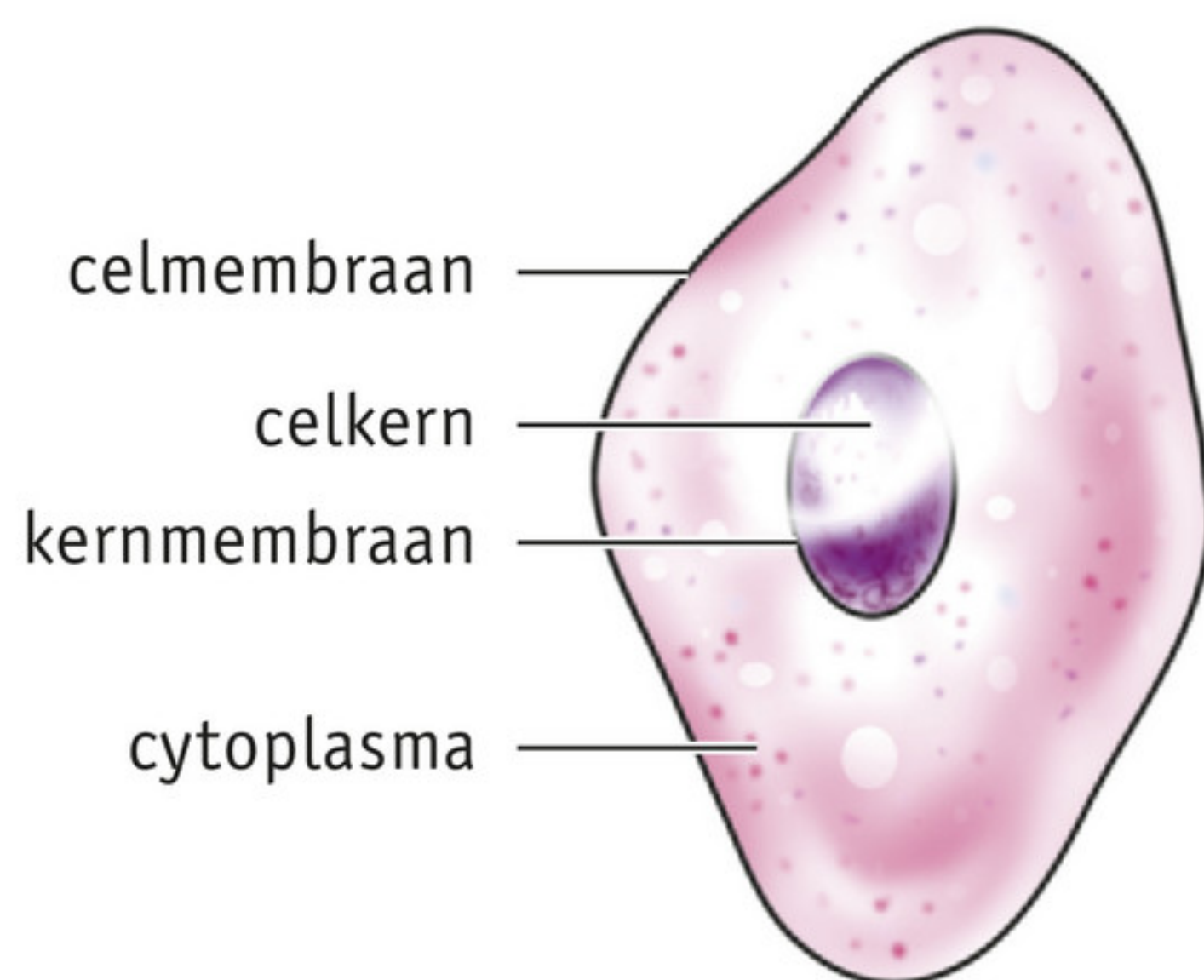
EEN PREPARAAT OPRUIMEN

- 1 Draai het objectief naar de kleinste vergroting.
- 2 Draai dan de tafel omlaag (of de tubus omhoog).
- 3 Haal daarna het preparaat onder de klemmen uit.
- 4 Lever klaargemaakte preparaten in bij je docent.
- 5 Haal zelfgemaakte preparaten uit elkaar.
- 6 Gooi het voorwerp en het vocht weg.
- 7 Maak het gebruikte materiaal schoon en droog het met een tissue.

4

Cellen van dieren en planten

▼ **Afb. 20** Een dierlijke cel (schematisch).



Als je lichaam volgroeid is, zal het ongeveer honderd biljoen cellen bevatten. Ook planten kunnen uit veel cellen bestaan. In deze basisstof kijken we naar cellen van dieren en planten.

DIERLIJKE CELLEN

In afbeelding 20 zie je een schematische tekening van een dierlijke cel. Deze cel wordt omgeven door een dun vlies: het **celmembraan**.

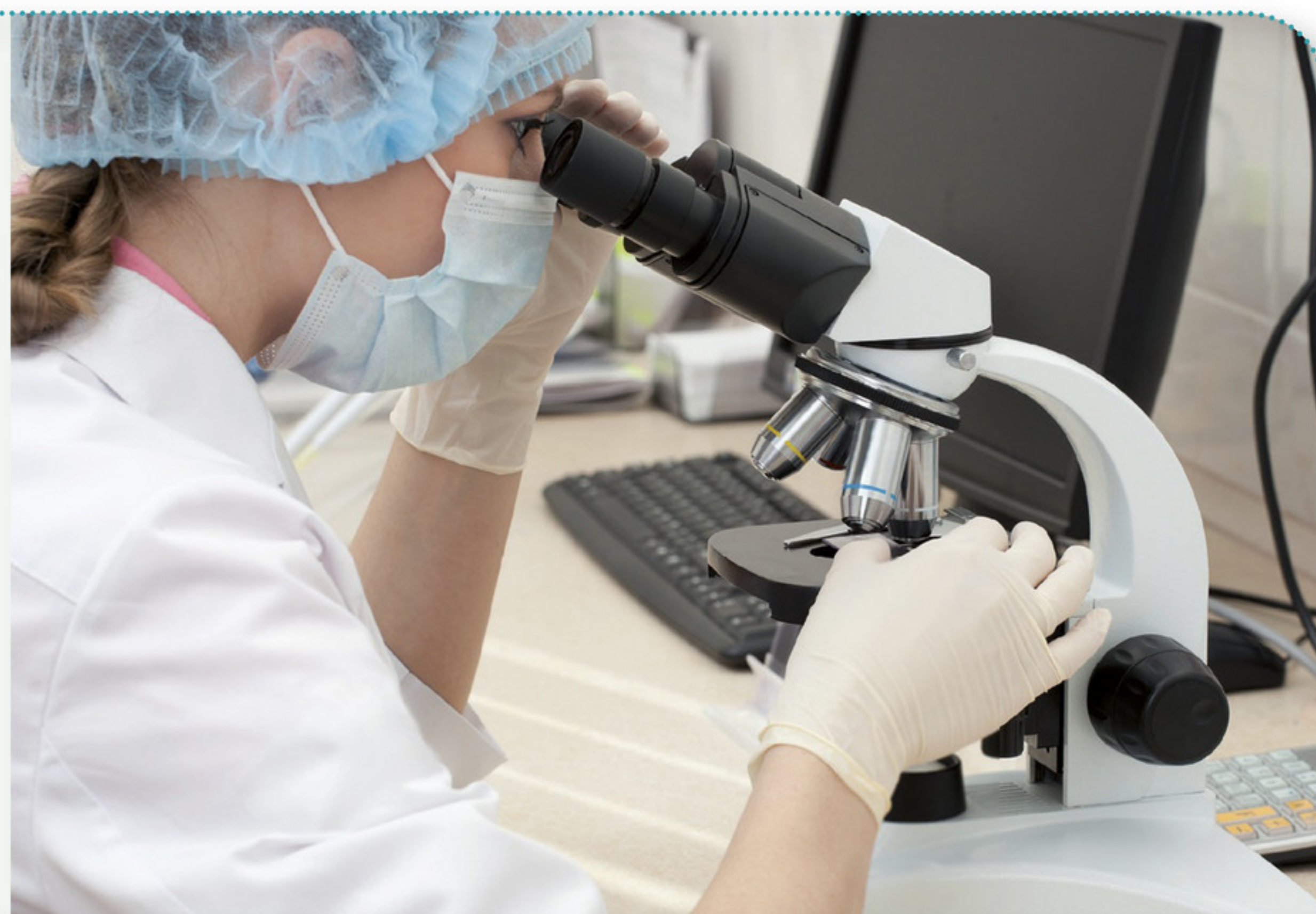
Een dierlijke cel bestaat voor het grootste deel uit **cytoplasma**. Cytoplasma is een stroperige vloeistof die bestaat uit water en veel opgeloste stoffen. In het cytoplasma bevindt zich de **celkern**. De celkern regelt alles wat er in een cel gebeurt. Om de celkern ligt ook een dun vlies: het **kernmembraan**.

Een biomedisch analist bestudeert vaak menselijke cellen en weefsels (zie afbeelding 21).

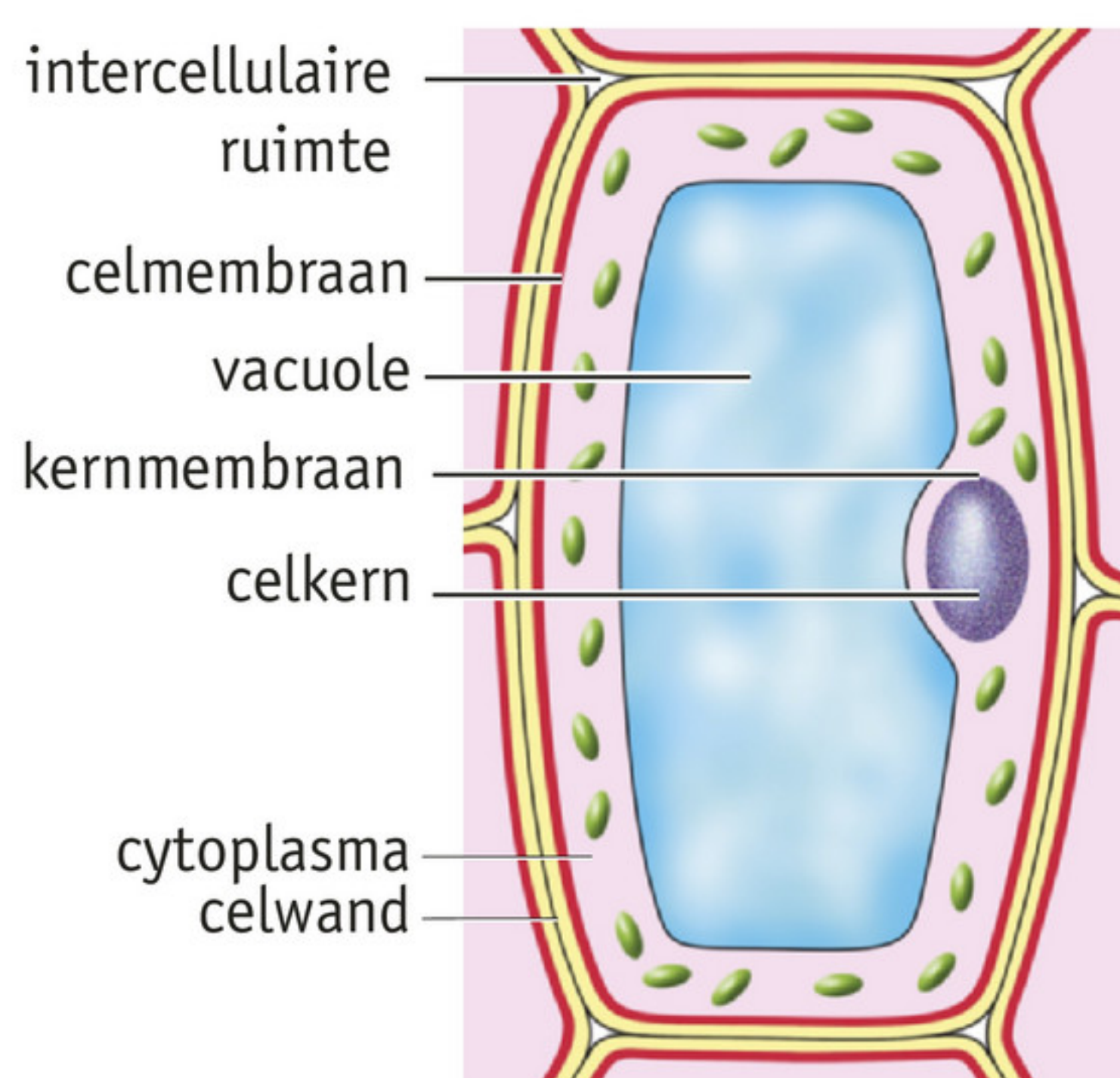
▼ **Afb. 21**

Biomedisch analist

Mila werkt als biomedisch analist op een ziekenhuislaboratorium. Ze vertelt: 'Ik ben veel achter de microscoop te vinden. Ik onderzoek cellen en weefsels van patiënten. Dat is heel verantwoordelijk werk. Ik moet heel nauwkeurig kijken om afwijkingen in bloed of weefsels op te sporen. Als ik afwijkende cellen niet zie, kan dat bijvoorbeeld betekenen dat bij een patiënt kanker niet op tijd wordt ontdekt.' Andere biomedische analisten speuren bijvoorbeeld naar bacteriën in urine of onderzoeken de werking van medicijnen.



▼ **Afb. 22** Een plantaardige cel (schematisch).



PLANTAARDIGE CELLEN

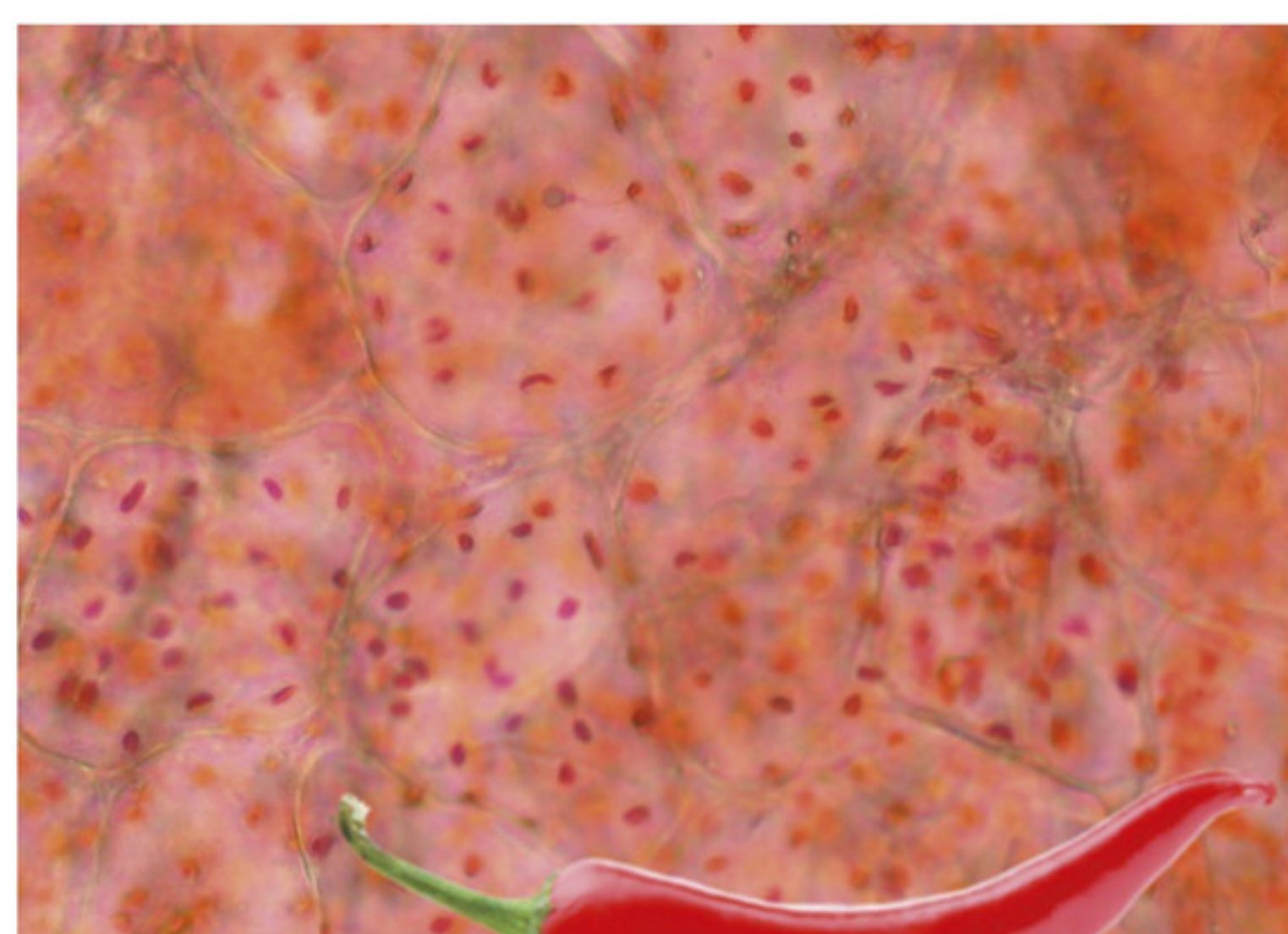
Net als dierlijke cellen bestaan cellen van planten uit een celmembraan, cytoplasma, een celkern en een kernmembraan (zie afbeelding 22).

Plantencellen bevatten meer onderdelen in het cytoplasma dan cellen van dieren. In het cytoplasma van plantencellen komen bijvoorbeeld een of meer **vacuolen** voor. Dat zijn 'blaasjes' die gevuld zijn met vocht. Het vacuolevocht bestaat uit water met opgeloste stoffen. Jonge plantencellen bevatten meerdere vacuolen. Als de cellen ouder worden, vloeien de kleine vacuolen samen tot één grote vacuole. Het cytoplasma ligt dan in een dunne laag tegen de celwand aan.

▼ Afb. 23 Korrels.



1 bladgroenkorrels



2 kleurstofkorrels



3 zetmeelkorrels

Het cytoplasma van een plantencel maakt ook een stevig laagje om de cel heen: de **celwand**. De celwand is een tussencelstof en behoort niet tot de cel. Celwanden zorgen voor stevigheid.

De celwanden sluiten vaak niet precies op elkaar aan. Tussen de celwanden van plantencellen komen kleine holten voor: de **intercellulaire ruimten**. Deze holten zijn gevuld met lucht of water.

WB PRACTICUM 4 EN 5 BLZ. 28

KORRELS

In het cytoplasma van plantencellen kunnen **korrels** voorkomen. Er zijn verschillende typen korrels: bladgroenkorrels, kleurstofkorrels en zetmeelkorrels.

Bladgroenkorrels komen onder andere voor in de bladeren. Door de bladgroenkorrels zien planten er groen uit (zie afbeelding 23.1). In bladgroenkorrels vindt **fotosynthese** plaats. Door fotosynthese ontstaat glucose. Een plant gebruikt glucose als energiebron. Glucose wordt ook gebruikt om andere stoffen te maken waaruit de plant bestaat.

Kleurstofkorrels komen voor in de cellen van bloemen en vruchten met een gele, oranje of rode kleur. Zij geven hieraan hun opvallende kleur (zie afbeelding 23.2).

Zetmeelkorrels zijn kleurloos. Ze komen onder andere voor in de cellen van aardappels (zie afbeelding 23.3). In zetmeelkorrels is zetmeel opgeslagen. Korrels kunnen van het ene type overgaan in het andere type. Als een mandarijn bijvoorbeeld rijp wordt, verandert de kleur van groen naar oranje (zie afbeelding 24). Bladgroenkorrels veranderen dan in oranje kleurstofkorrels.

WB OPDRACHT 14 T/M 18 BLZ. 16

WB PRACTICUM 6 EN 7 BLZ. 30

▼ Afb. 24



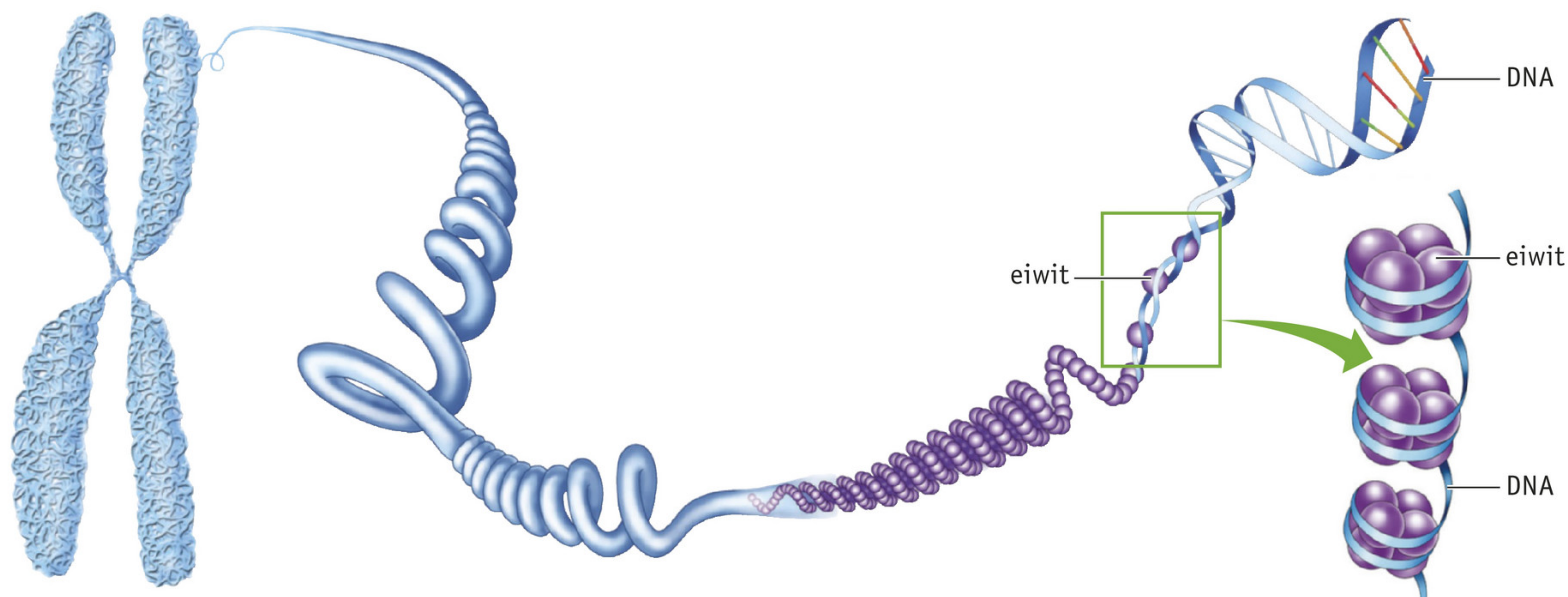
1 onrijpe mandarijnen



2 rijpe mandarijnen

5 Chromosomen

▼ **Afb. 25** Een chromosoom bestaat uit DNA met eiwit.



ERFELIJKE EIGENSCHAPPEN

Je hebt geleerd dat de celkern alles regelt wat er in de cel gebeurt. In de celkernen bevinden zich chromosomen. Chromosomen bestaan uit **DNA** en eiwit (zie afbeelding 25). DNA bevat de informatie voor je **erfelijke eigenschappen**, zoals de kleur van je ogen. Een DNA-molecuul is erg lang. Daardoor zijn chromosomen lange, dunne 'draden'. Met een microscoop zijn de chromosomen in een celkern meestal niet te zien. Alleen als een cel zich gaat delen, worden de chromosomen korter en dikker. Je kunt ze dan zien met een microscoop (zie afbeelding 26).

► **Afb. 26** Als een cel zich gaat delen, worden de chromosomen zichtbaar.



in de kern zijn geen
chromosomen zichtbaar

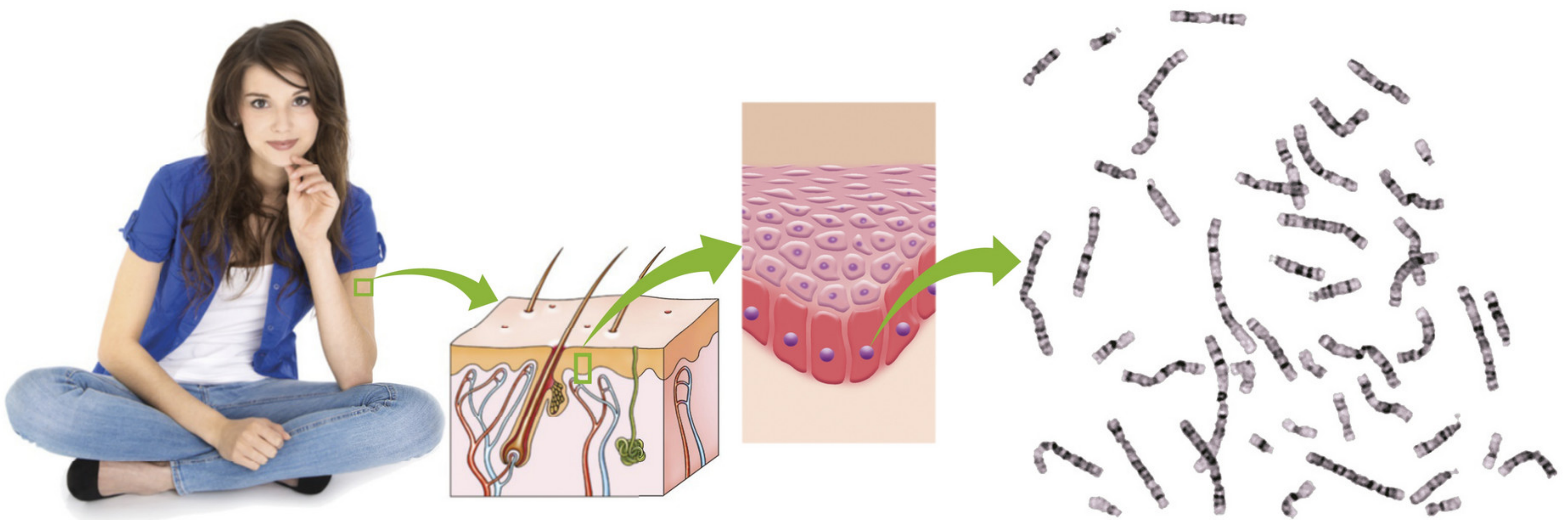
tijdens de celdeling worden
de chromosomen zichtbaar

In afbeelding 27 zie je een foto van de chromosomen van één cel van een vrouw. Een onderzoeker heeft van deze foto de chromosomen uitgeknipt. Hij heeft ze gerangschikt naar grootte en vorm (zie afbeelding 28). We noemen dat een **chromosomenportret**. Daaruit blijkt dat een cel van een mens 46 chromosomen bevat.

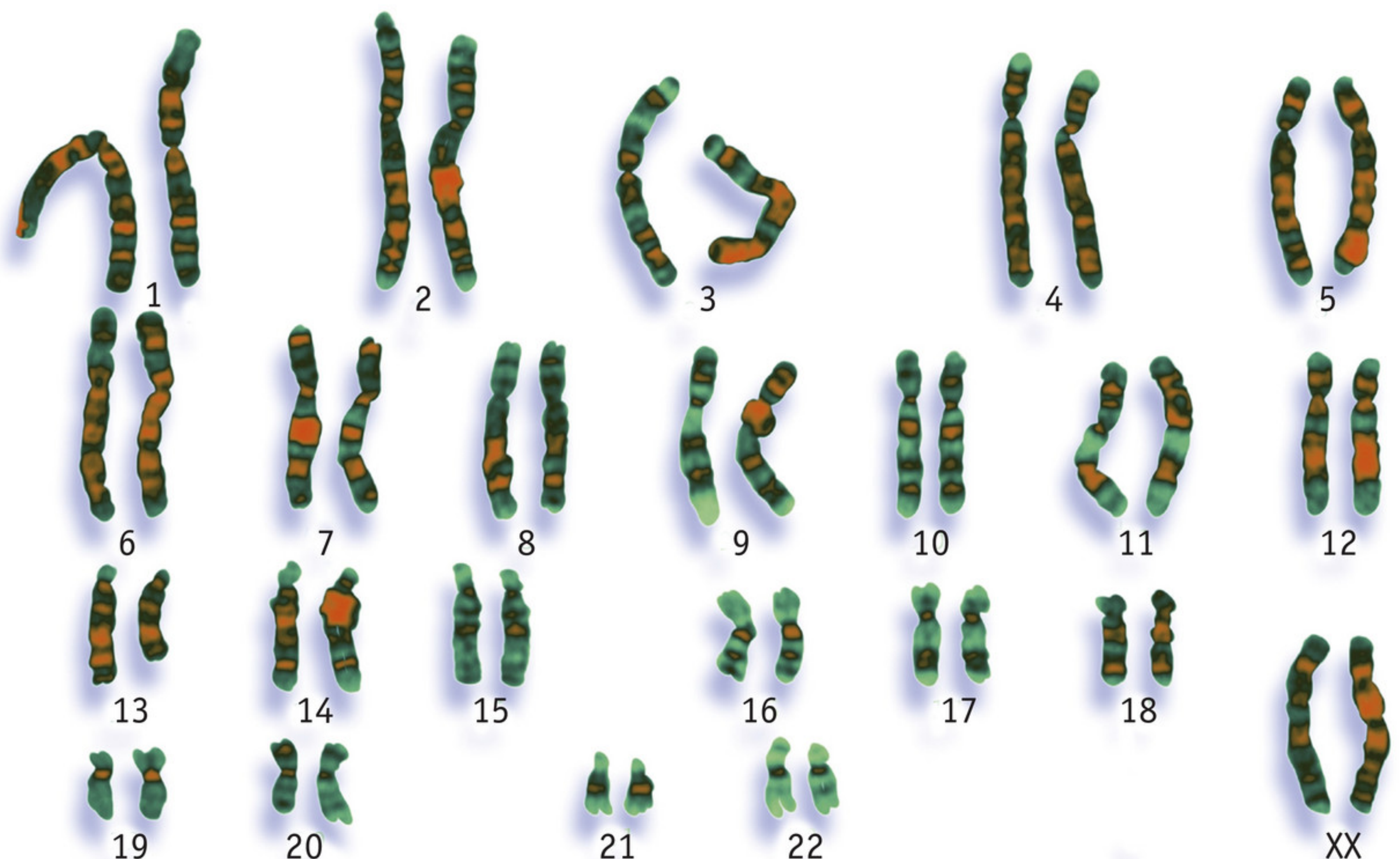
De chromosomen komen in **paren** voor. Bij de mens zijn dat dus 23 paren chromosomen. De beide chromosomen van een paar zijn bijna allemaal gelijk in grootte en vorm. Ze bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

Een mens heeft dus 23 paren chromosomen in een celkern. Dit geldt voor alle cellen waaruit het lichaam van een mens is opgebouwd. Deze cellen noemen we **lichaamscellen** (zie afbeelding 27). Voorbeelden van lichaamscellen zijn huidcellen, levercellen en spiercellen.

▼ **Afb. 27** Lichaamscellen van een mens bevatten 46 chromosomen (23 paren).



► **Afb. 28** Chromosomenportret van een vrouw.



Elk soort organisme heeft in de kernen van de lichaamscellen een vast aantal chromosomen. Deze chromosomen komen telkens in paren voor. In tabel 1 is het aantal chromosomen per (lichaams)cel weergegeven voor een aantal soorten. Uit deze tabel blijkt dat elke soort een even aantal chromosomen in de (lichaams)cellen heeft.

WB OPDRACHT 19 EN 20 BLZ. 18

▼ **Tabel 1** Enkele soorten organismen met het aantal chromosomen per lichaamscel.

Soort	Aantal chromosomen per lichaamscel
Aardappel	48
Adelaarsvaren	104
Bananenvlieg	8
Cavia	64
Goudvis	94
Heremietkreeft	254
Hond	78
Huisvlieg	12
Kat	38
Konijn	44
Mens	46
Paard	64
Ui	16
Veldmuis	46

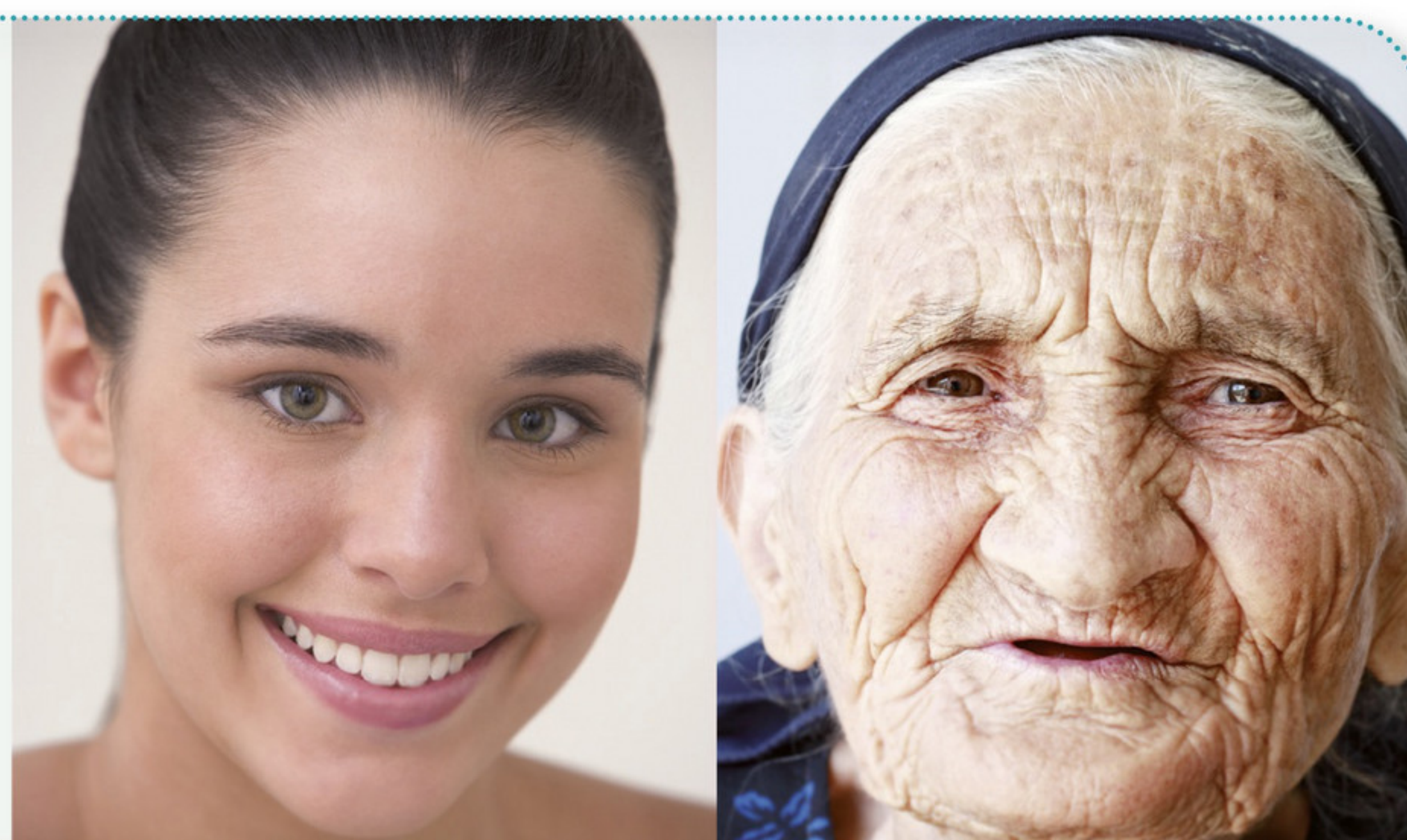
6 Gewone celdeling (mitose)

Elk mens is ooit ontstaan uit één cel: een bevruchte eicel. Een volwassene van 20 jaar bestaat uit ongeveer honderdduizend miljard cellen. In twintig jaar zijn er dus heel veel cellen bijgekomen. Elk uur vormt je lichaam heel veel nieuwe cellen (zie afbeelding 29). Doordat nieuwe cellen ontstaan, kunnen planten en dieren groeien. Maar ook als organismen niet groeien, komen er nieuwe cellen bij. Bijvoorbeeld als een wond herstelt of als oude cellen worden vervangen door nieuwe cellen.

▼ Afb. 29

Jong en strak door celdeling

Terwijl je deze zin leest, maakt je lichaam ongeveer één miljoen nieuwe cellen. Per uur vormt je lichaam zo'n miljard nieuwe cellen door celdeling. Maar bij een 80-jarige zijn dat er veel minder. Hoe ouder je wordt, hoe langzamer de celdeling gaat. Op een gegeven moment kunnen veel cellen niet meer delen. Oude versleten cellen worden dan niet meer vervangen. Uiteindelijk gaat daardoor elk individu dood.

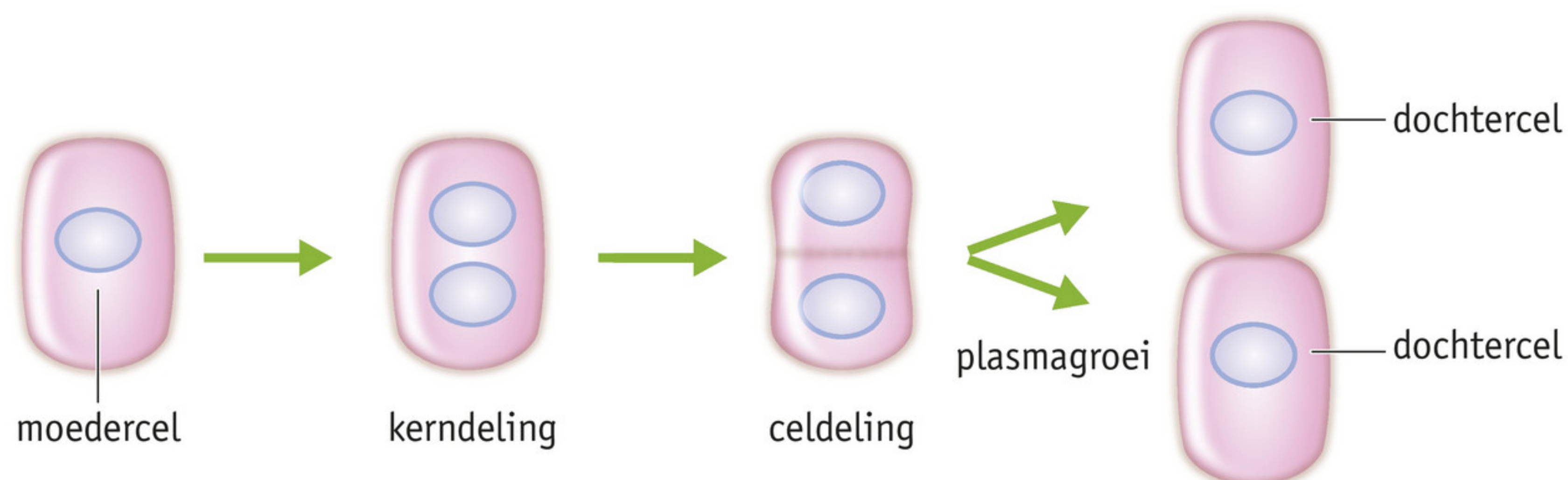


DE VORMING VAN NIEUWE CELLEN

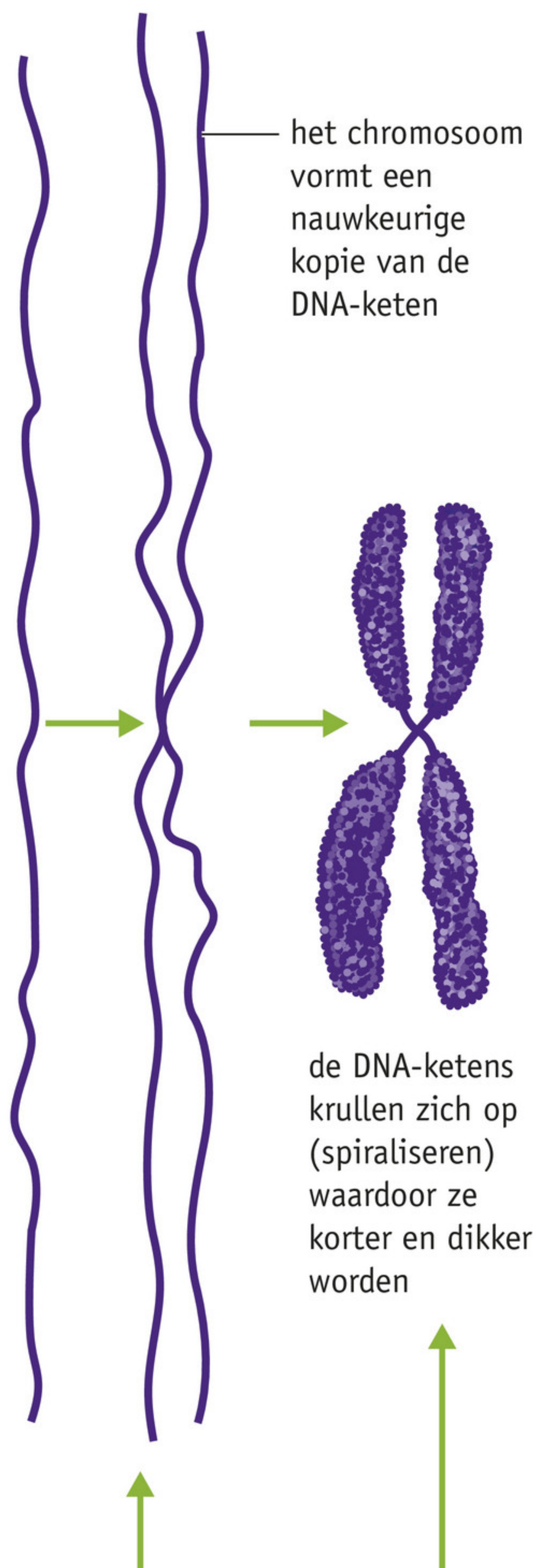
De vorming van nieuwe lichaamscellen verloopt bij alle organismen op een vergelijkbare manier (zie afbeelding 30). Eerst deelt de celkern zich in tweeën (**kerndeling**). Daarna deelt het cytoplasma zich in tweeën (**celdeling**). Er zijn dan uit één cel (de **moedercel**) twee nieuwe cellen ontstaan (de **dochtercellen**). Dit proces noem je **gewone celdeling** of **mitose**. In thema 3 Voortplanting en ontwikkeling leer je dat er nog een ander type celdeling bestaat.

Na de mitose vormen de twee dochtercellen extra cytoplasma (**plasmagroei**). Daardoor wordt elke dochtercel net zo groot als de oorspronkelijke moedercel.

► Afb. 30 De vorming van nieuwe cellen (schematisch).



▼ **Afb. 31** De gewone celdeling (mitose).



MITOSE

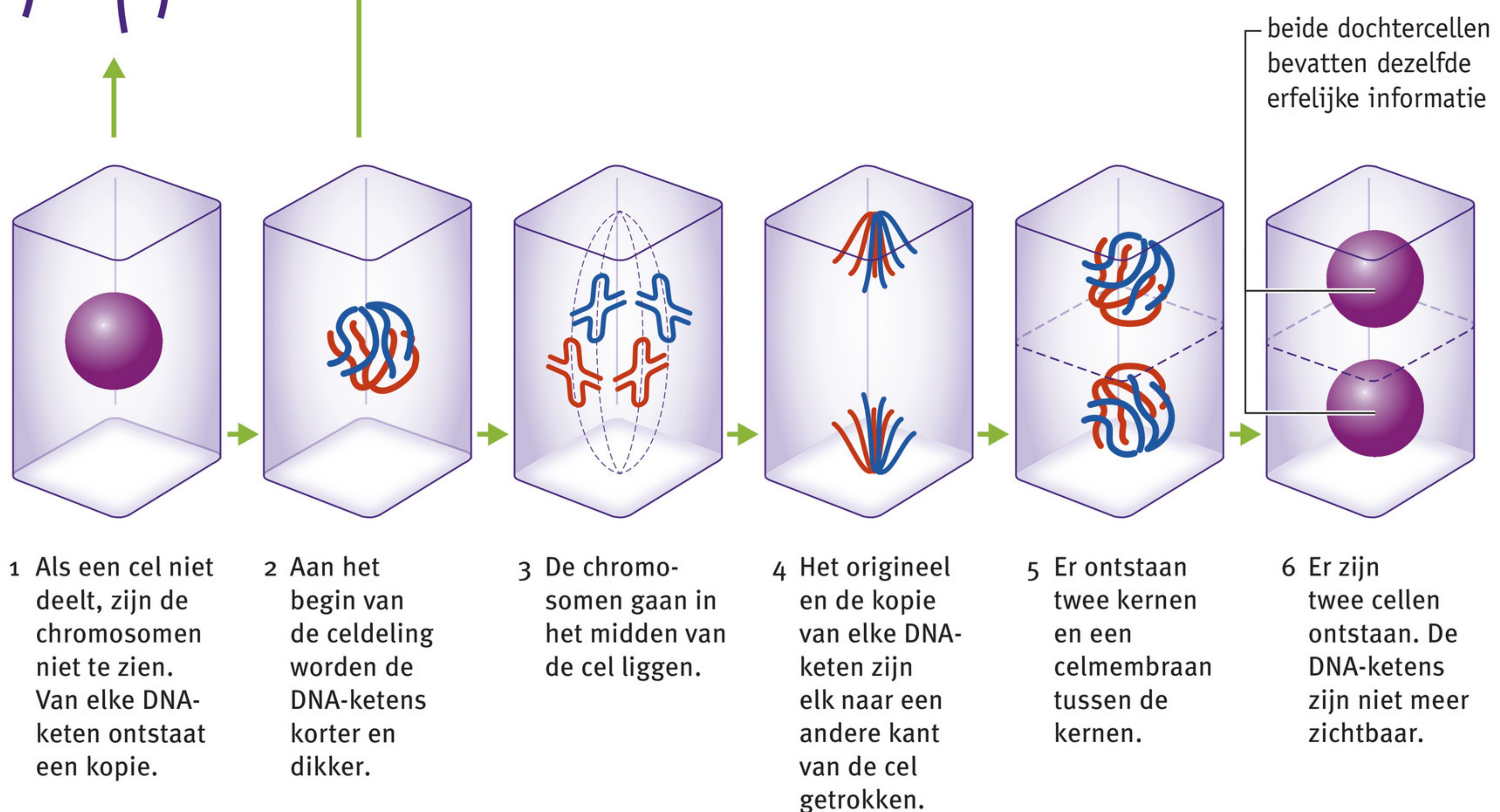
In afbeelding 31 zie je in zes stappen wat er gebeurt bij de gewone celdeling. Je kunt de chromosomen met een microscoop alleen zien als een cel zich deelt. In de afbeelding zie je de chromosomen dus niet in stap 1 en stap 6. In de stappen 2 tot en met 5 deelt de kern zich. Deze stappen worden daarom ook wel kerndeling genoemd.

Een gewone celdeling verloopt als volgt:

- Stap 1: *kopiëren*. Voordat de cel gaat delen, vormt elk chromosoom een **kopie** van zichzelf. De beide DNA-ketens (origineel en kopie) zitten op één plaats aan elkaar vast.
- Stap 2: *start kerndeling*. De ketens van elk chromosoom **spiraliseren**. Dat wil zeggen dat de DNA-ketens van een chromosoom zich oprollen als een spiraal. Door het spiraliseren worden de chromosomen korter en dikker. De chromosomen worden daardoor zichtbaar met een microscoop.
- Stap 3, 4 en 5: *kerndeling*. De twee DNA-ketens (origineel en kopie) van elk chromosoom gaan uit elkaar. Elke dochtercel bevat van elk chromosoom één van beide DNA-ketens. Elke dochtercel bevat daardoor dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel. Ze zijn dus exacte kopieën van de moedercel. Elke dochtercel bevat dus ook hetzelfde aantal chromosomen als de moedercel.
- Stap 5 en 6: *celdeling*. Er vormt zich een celmembraan tussen de kernen van beide dochtercellen. Daardoor wordt het cytoplasma van beide dochtercellen gescheiden. Er zijn nu twee dochtercellen ontstaan.

WB OPDRACHT 21 T/M 23 BLZ. 20

WB PRACTICUM 8 BLZ. 32



7 Biologisch onderzoek

Bij de practica die je tot nu toe hebt gedaan, was meestal precies aangegeven wat je ging onderzoeken, wat je moest doen en wat je daarvoor nodig had. Jij moest het practicum vervolgens uitvoeren, je waarnemingen vastleggen en een conclusie trekken. In deze basisstof leer je hoe je zelf een biologisch onderzoek doet (zie afbeelding 32).

▼ **Afb. 32** Biologisch onderzoek doen.



probleemstelling



onderzoeksvraag



verwachting



werkplan



onderzoek uitvoeren en waarnemingen verzamelen



conclusie

WAT WIL IK ONDERZOEKEN?

Een biologisch onderzoek start met een vraag. Dit heet de **probleemstelling**. Een voorbeeld van een probleemstelling is: *Welke invloed heeft licht op de groei van planten?* Maar deze probleemstelling is te vaag om te kunnen onderzoeken. Je kunt er alle kanten mee op. Wil je de invloed van licht onderzoeken op bomen of op kleine plantjes? Wil je de invloed van verschillende hoeveelheden licht onderzoeken? Of wil je alleen licht en donker vergelijken?

Daarom moet je de probleemstelling nauwkeuriger omschrijven. Je bedenkt een **onderzoeksvraag** die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken. Bijvoorbeeld: *Worden kiemplantjes die ik in het licht wegzet, na een paar dagen langer zijn dan kiemplantjes die ik in het donker wegzet?*

Daarna schrijf je op welk antwoord je verwacht op de onderzoeksvraag. Je formuleert een **verwachting**. Bij het formuleren van een verwachting maak je gebruik van wat je al weet. Als een plant groeit, neemt het aantal cellen toe. Om deze cellen te maken heeft een plant veel verschillende stoffen nodig. Om deze stoffen te maken gebruikt een plant glucose. Glucose ontstaat door fotosynthese. Voor fotosynthese is licht nodig. Een logische verwachting is dan: *Kiemplantjes die ik in het licht wegzet, zullen na een paar dagen langer zijn dan kiemplantjes die ik in het donker wegzet.*

WAT IS MIJN WERKPLAN?

Om te onderzoeken of je verwachting klopt, bedenk je een **werkplan**. In een werkplan staat beschreven welke proef je bij het onderzoek wilt uitvoeren. Er staat ook in hoe je de resultaten wilt verwerken. Let daarbij op de volgende regels:

- Om betrouwbare gegevens te krijgen, moet je proeven met grote aantallen uitvoeren. Anders zijn de resultaten te veel afhankelijk van het toeval.
- Per proef onderzoek je slechts één factor. Je mag bijvoorbeeld niet in één proef de invloed van licht en de invloed van water op de groei van kiemplantjes onderzoeken.
- Je moet altijd werken met een **proefgroep** en een **controlegroep**. De proefgroep stel je bloot aan de factor die je wilt onderzoeken, de controlegroep niet. Bijvoorbeeld: de kiemplantjes van de proefgroep staan in het licht en de kiemplantjes van de controlegroep in het donker. Alle overige omstandigheden moeten gelijk zijn in beide groepen, zoals de temperatuur en de hoeveelheid vocht.
- Na afloop van het onderzoek vergelijk je de resultaten van de proefgroep en de controlegroep.

In afbeelding 33 staan enkele vragen die je kunt stellen bij het maken van een werkplan.

► Afb. 33

WERKPLAN VOOR EEN PROEF

Wat ga ik doen?

- Welke factor onderzoek ik?
- Hoeveel organismen neem ik om betrouwbare gegevens te krijgen?
- Met welk soort organisme voer ik het onderzoek uit? Waarom met deze soort?
- Onder welke omstandigheden voer ik het onderzoek met de proefgroep en de controlegroep uit?
- Hoe zorg ik ervoor dat de overige omstandigheden gelijk zijn?

Wat heb ik nodig?

- Wat voor materialen heb ik nodig om het onderzoek te kunnen uitvoeren?

Hoe neem ik waar?

- Hoe ga ik de proefgroep en de controlegroep waarnemen? Ga ik bijvoorbeeld met een liniaal de lengte meten, of ga ik het aantal tellen?
- Hoe ga ik de waarnemingen weergeven? Doe ik dat bijvoorbeeld in een tekening, in een tabel, in een lijndiagram (een grafiek) of in een staafdiagram?

WAT NEEM IK WAAR?

Als het werkplan goed is, kun je het onderzoek precies volgens het werkplan uitvoeren. Tijdens het onderzoek verzamel je de **waarnemingen** van je proefgroep en je controlegroep. Als je de waarnemingen in een schema of diagram weergeeft, zijn dat de **resultaten** van je onderzoek.

WELKE CONCLUSIE KAN IK TREKKEN?

Na afloop van de proef vergelijk je de resultaten van de proefgroep en de controlegroep met elkaar. Uit je resultaten kun je **conclusies** trekken. Als je resultaten overeenkomen met je verwachting, mag je concluderen dat je verwachting klopt.

HET ONDERZOEK EVALUEREN

Het kan ook gebeuren dat de resultaten niet overeenkomen met je verwachting. Dat is bijvoorbeeld het geval met dit onderzoek. In afbeelding 34 zie je kiemplantjes van tuinkers die zijn gekweekt in het licht en in het donker. Je ziet dat de kiemplantjes in het donker langer zijn dan die in het licht. De verwachting dat kiemplantjes in het licht harder groeien dan in het donker, blijkt dus niet juist te zijn.

In het donker ontstaan kiemplantjes met lange, slappe, bleekgele stengels en kleine bleekgele bladeren. Planten blijken in het donker sneller in de lengte te groeien dan in het licht. Om dit te verklaren, moet je een nieuw onderzoek bedenken. In deel 4 komen we hierop terug.

WB OPDRACHT 24 T/M 28 BLZ. 22

WB PRACTICUM 9 BLZ. 34

► **Afb. 34** Kiemplantjes van tuinkers na afloop van het onderzoek.



1 de proefgroep gekweekt in het licht



2 de controlegroep gekweekt in het donker

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt levenskenmerken van organismen noemen.

- Levenskenmerken: o.a. ademen, voeden, uitscheiden, groeien, ontwikkelen, voortplanten en reageren op prikkels (bijv. bewegen).
 - Ademen, voeden en uitscheiden zorgen samen voor stofwisseling.
 - Bij groei wordt een organisme groter of zwaarder.
 - Bij ontwikkeling verandert een organisme.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt het verschil beschrijven tussen een levensloop en een levenscyclus.

- Een organisme (individueel) heeft een levensloop: voor elk organisme eindigt het leven met de dood.
- Een soort heeft een levenscyclus: een soort blijft bestaan doordat de organismen zich voortplanten.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt omschrijven wat een weefsel en wat een orgaan is.

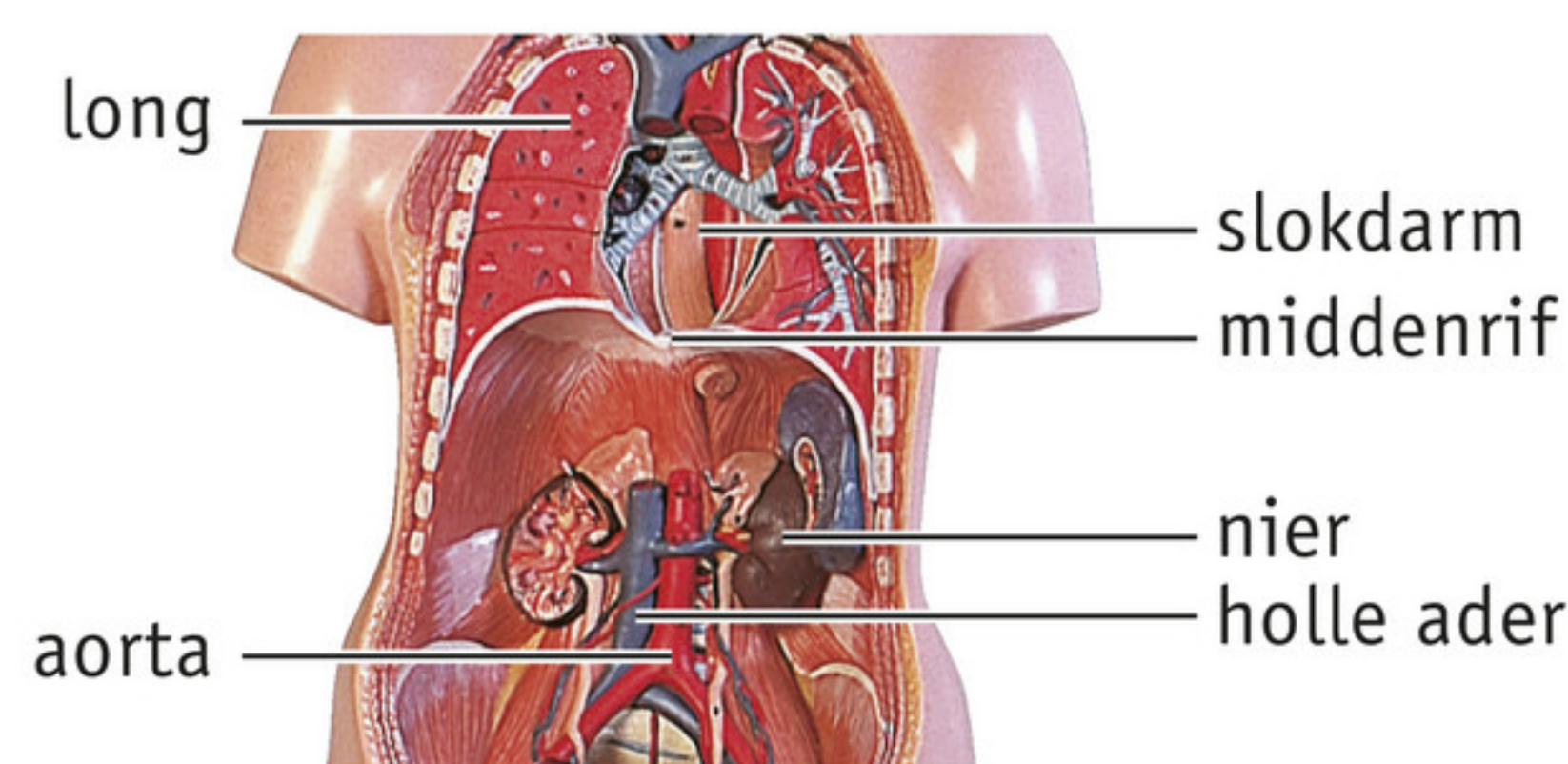
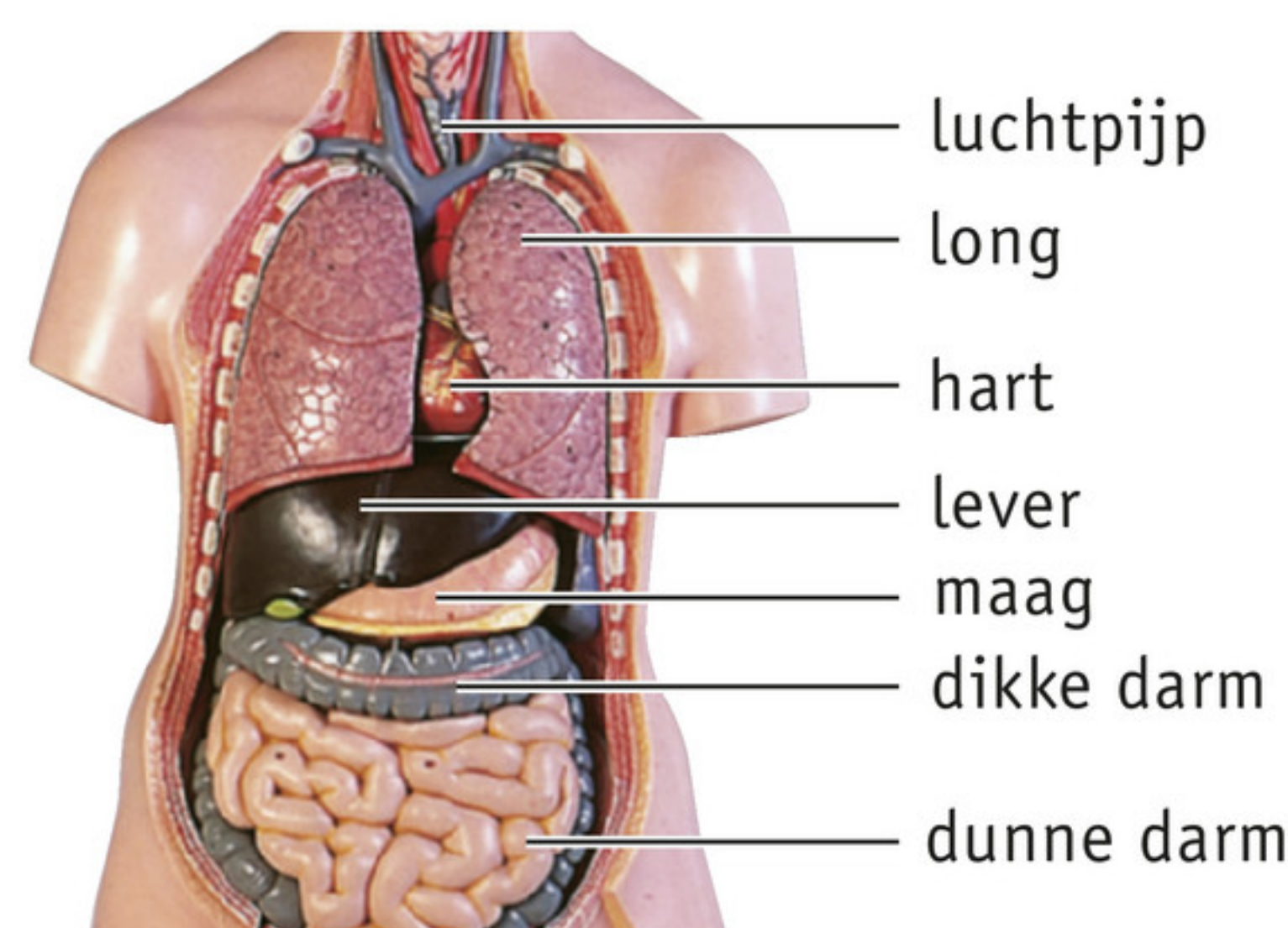
- Weefsel: een groep cellen met dezelfde bouw en dezelfde functie(s).
 - Voorbeelden: beenweefsel, bindweefsel, spierweefsel en zenuwweefsel.
 - Bij veel weefsels komt tussencelstof voor tussen de cellen.
- Orgaan: een deel van een organisme met een of meer functies.
 - Een orgaan bestaat uit verschillende weefsels.
- Orgaanstelsel: een groep samenwerkende organen die samen een bepaalde functie hebben.
 - Voorbeelden: ademhalingsstelsel, bloedvatenstelsel en verteringsstelsel.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Je kunt in een afbeelding van de romp van een mens de organen benoemen.

▼ **Afb. 35** Romp van de mens.



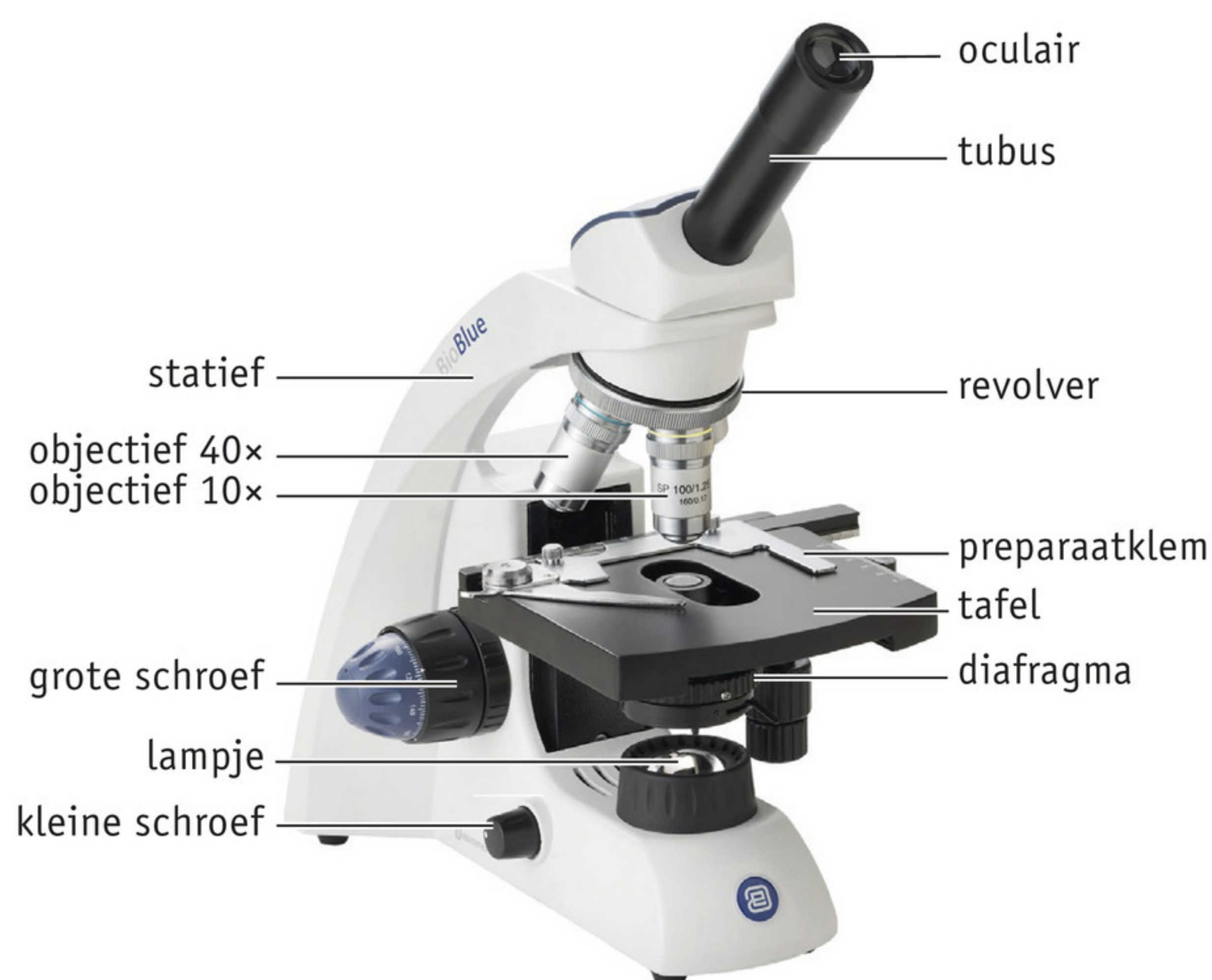
- Het middenrif scheidt de romp van de mens in de borstholte en de buikholte.
 - Organen in de borstholte: o.a. slokdarm, hart, luchtpijp, longen, aorta, bovenste holle ader.
 - Organen in de buikholte: o.a. slokdarm, maag, lever, dunne darm, dikke darm, nieren, aorta, onderste holle ader.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Je kunt in een afbeelding de onderdelen van een microscoop benoemen.

▼ **Afb. 36** Een microscoop.



DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt de delen noemen van plantaardige en dierlijke cellen met hun kenmerken en functies.

- In cellen van planten en dieren komen de volgende delen voor:
 - Cytoplasma: bestaat uit water en opgeloste stoffen.
 - Celmembraan: een dun vlies om het cytoplasma.
 - Celkern: regelt alles wat er in de cel gebeurt.
 - Kernmembraan: dun vlies om de kern.
- In cellen van planten komen ook nog de volgende delen voor:

- Celwand: een stevig laagje om de cel heen. Een celwand behoort niet tot de cel, maar is tussencelstof.
- Intercellulaire ruimten: holten tussen de celwanden. Intercellulaire ruimten zijn gevuld met lucht of water.
- Vacuole(n): blaasje(s) in het cytoplasma, gevuld met vocht. Jonge plantencellen hebben veel kleine vacuolen. Oudere plantencellen hebben één grote, centrale vacuole.
- Korrels: in het cytoplasma kunnen korrels voorkomen. Bladgroenkorrels (groen): hierin vindt fotosynthese plaats. Kleurstofkorrels (geel, oranje of rood): geven bloemen en vruchten hun kleur. Zetmeelkorrels (kleurloos): hierin is zetmeel opgeslagen. Korrels kunnen van de ene soort overgaan in de andere soort.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Je kunt beschrijven wat de kenmerken van chromosomen zijn.

- Chromosomen bestaan uit DNA en eiwit.
 - DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen (bijv. de oogkleur).
- Elke soort organisme heeft een vast aantal chromosomen in elke celkern.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 46 chromosomen.
- In elke lichaamscel komen de chromosomen in paren voor.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

Je kunt beschrijven hoe een gewone celdeling (mitose) verloopt, wat het doel van de mitose is en wat de kenmerken ervan zijn.

- Doel: de vorming van nieuwe cellen voor groei, herstel en vervanging.
- Eerst deelt de kern zich, daarna de cel.
 - Vóór de mitose bestaat elk chromosoom uit één lange dunne keten van DNA met eiwitten. De chromosomen zijn niet zichtbaar.
 - Voordat de kerndeling begint, vormt elke DNA-keten een kopie van zichzelf.
- Kerndeling:
 - Aan het begin spiraliseren de DNA-ketens: de ketens worden korter en dikker. Hierdoor worden de chromosomen zichtbaar.
 - Tijdens de kerndeling worden de DNA-ketens van elk chromosoom van elkaar getrokken.

- Er ontstaan twee kernen. Elk chromosoom bevat nu weer één DNA-keten.
- Celdeling: scheiding van het cytoplasma door de vorming van een membraan tussen beide kernen.
 - Er zijn nu twee dochtercellen ontstaan, de chromosomen worden weer onzichtbaar.
- Kenmerken mitose: doordat elk chromosoom (met het DNA) in de moedercel is gekopieerd:
 - bevat elke dochtercel dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel;
 - bevat elke dochtercel evenveel chromosomen als de moedercel.
- Plasmagroei: na de celdeling vormt elke dochtercel cytoplasma bij. Hierdoor wordt elke dochtercel net zo groot als de moedercel.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 7

Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en beoordelen.

- Een biologische probleemstelling zet je om in een onderzoeksvraag.
 - Een onderzoeksvraag moet je nauwkeuriger formuleren dan een probleemstelling.
- De verwachting is het antwoord dat je verwacht op de onderzoeksvraag. Je voorspelt het resultaat van je onderzoek.
- Voordat je het onderzoek start, maak je een werkplan.
 - Proeven moet je met grote aantallen uitvoeren.
 - Per proef mag je slechts één factor onderzoeken (alle overige omstandigheden moeten gelijk zijn).
 - Je werkt met een proefgroep en een controlegroep.
- Na afloop van de proef vergelijk je de resultaten van de proefgroep en de controlegroep met elkaar.
 - Je geeft je waarnemingen overzichtelijk weer, bijv. in tabellen en diagrammen: de resultaten.
 - Een conclusie trekken: je vergelijkt de resultaten met je verwachting.
 - Het onderzoek evalueren: als de resultaten niet kloppen met je verwachting. Dan kun je een nieuw experiment bedenken.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geleerd preparaten te maken en te kleuren.
- Je hebt geoefend in het werken met de microscoop.
- Je hebt geoefend in het maken van tekeningen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een biomedisch analist.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Enkele processen bij de mens zijn ademen, groeien en ontwikkelen.
Welke van deze processen zijn levenskenmerken?
 A Alleen ademen en groeien.
 B Alleen groeien en ontwikkelen.
 C Zowel ademen, groeien als ontwikkelen.
- 2 Bij welke organismen komt het levenskenmerk uitscheiden voor?
 A Alleen bij dieren.
 B Alleen bij planten.
 C Bij alle organismen.

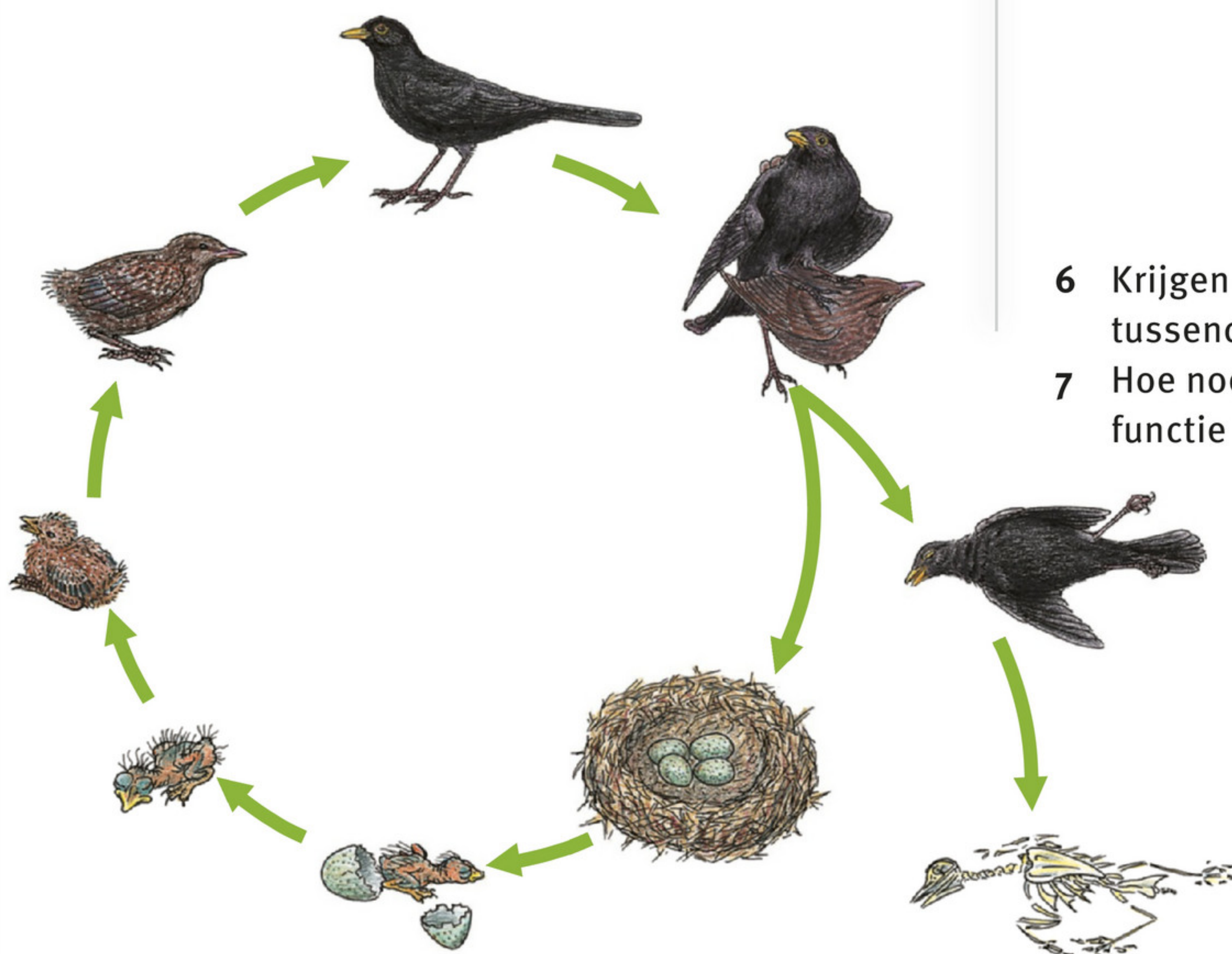
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen. Gebruik daarbij afbeelding 37.

- 1 Vanaf de parende merels gaat een pijl naar een merel die doodgaat.
Wat wordt hiermee bedoeld?
 A Dat het leven van een merel eindigt met de dood.
 B Dat het mannetje na het paren altijd doodgaat.
 C Dat merels na het paren doodgaan.

▼ Afb. 37 De ... van de merel.



- 2 Wat stelt de afbeelding voor?
 A De levenscyclus van de merel.
 B De levensloop van de merel.
 C De ontwikkeling van de merel.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Hoe noem je een groep cellen met dezelfde bouw en dezelfde functie(s)?
 - 2 Bestaat de lever uit verschillende weefsels?
 - 3 Noteer de volgende delen van groot naar klein: *cel* – *orgaan* – *orgaanstelsel* – *organisme* – *weefsel*.
- Gebruik bij vraag 4 en 5 de in vraag 3 genoemde delen.
- 4 Van welk deel is het reptielenoog van afbeelding 38 een voorbeeld?
 - 5 Van welk deel is de kever van afbeelding 39 een voorbeeld?

▼ Afb. 38 Reptielenoog.



► Afb. 39 Kever.



- 6 Krijgen botten hun stevigheid vooral door de tussencelstof?
- 7 Hoe noem je een aantal organen die samen een functie hebben?

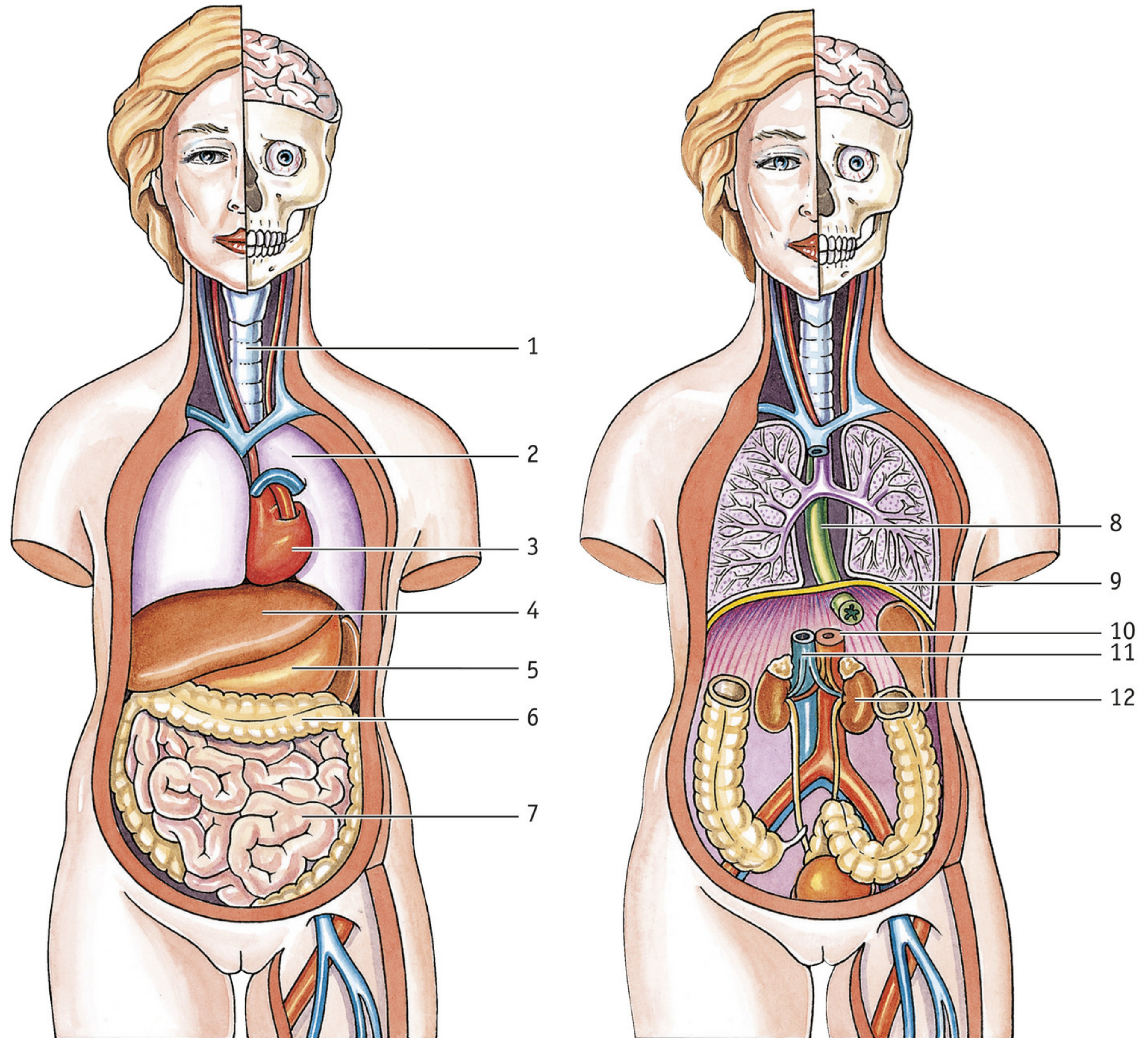
DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Hoe heten de delen van afbeelding 40? Noteer de namen bij de nummers.

► **Afb. 40** Torso's.



Lees de context 'CT-scan' in afbeelding 41.

▼ **Afb. 41**

CT-scan

Julia heeft haar organen in het ziekenhuis laten onderzoeken. Haar borst en buik zijn met een CT-scanner onderzocht op afwijkingen. Op de foto zie je haar in de CT-scanner liggen. Ze ligt op een soort lade die langzaam door de ring glijdt. In de ring zit een apparaat dat röntgenstralen gebruikt om veel dwarsdoorsneden van haar lichaam te maken. Deze dwarsdoorsneden heten CT-scans. Ze zijn zichtbaar op een beeldscherm. De arts beoordeelt de CT-scans.

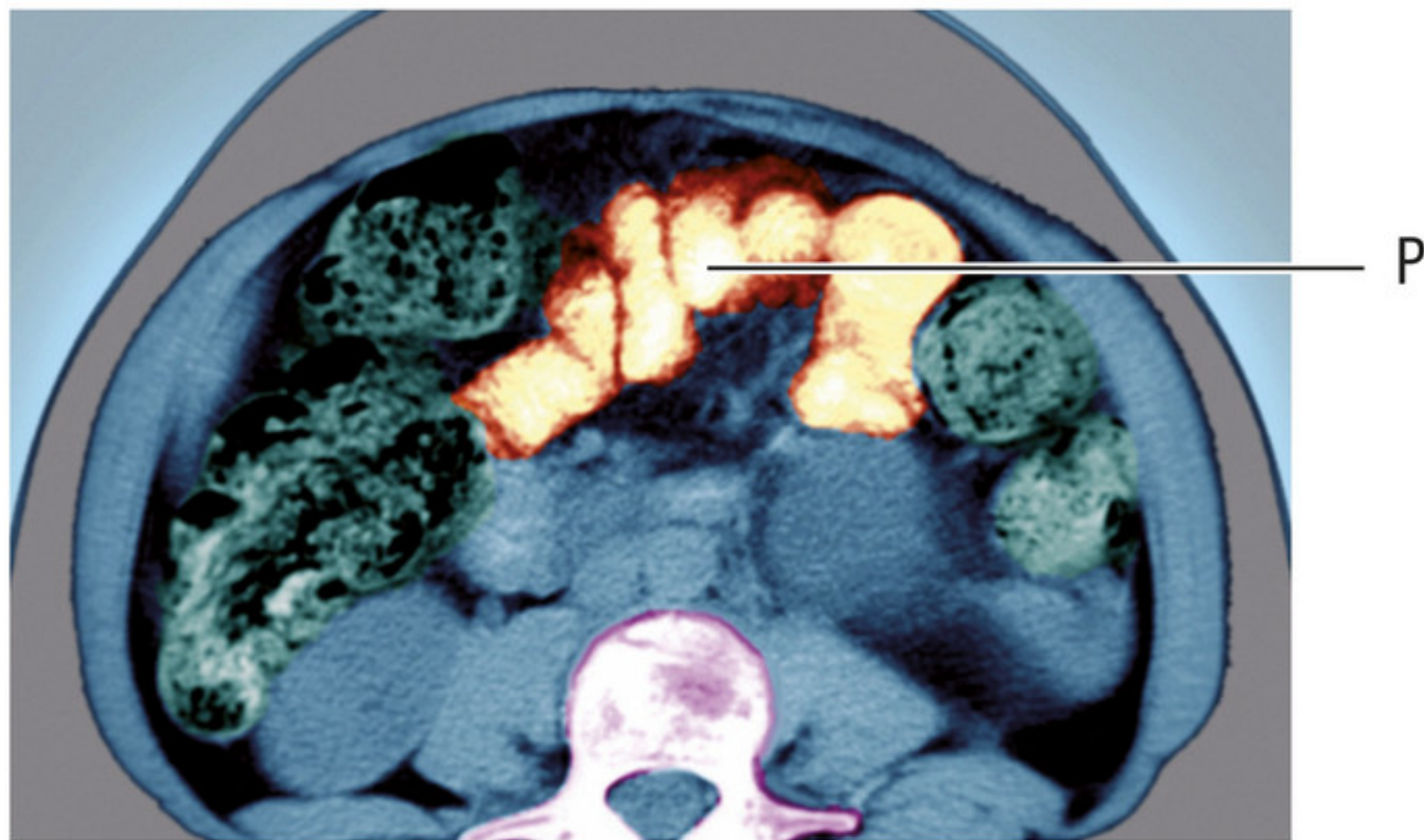


'Het was best eng in die ring. Ik zat drie kwartier helemaal opgesloten,' zegt Julia. 'Gelukkig kon ik naar mijn eigen muziek luisteren en was er niets ernstigs aan de hand.'

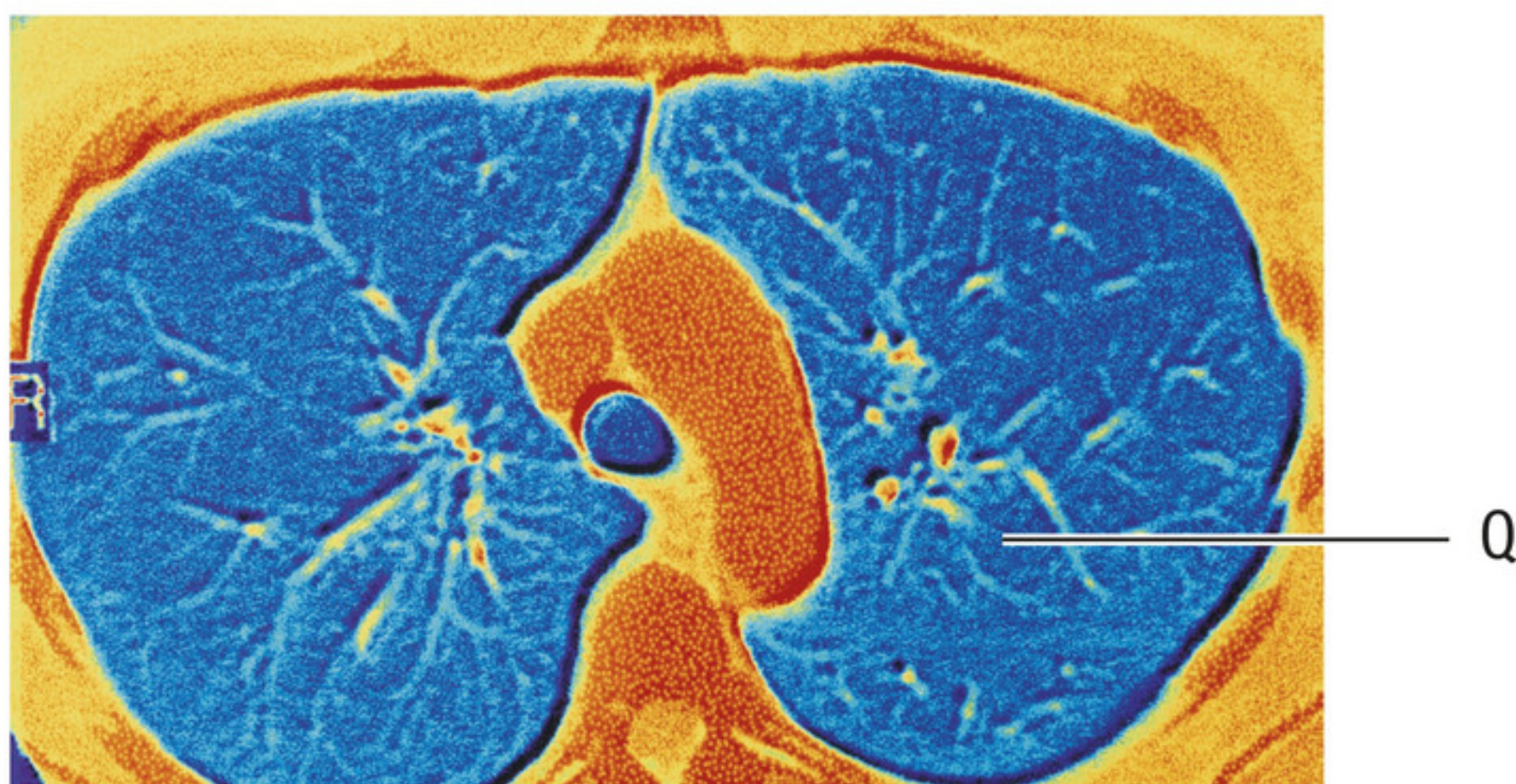
In afbeelding 42 zijn twee CT-scans van Julia weergegeven.

- 2 Is scan 1 van de borstholte gemaakt of van de buikholte?
- 3 Welk orgaan is aangegeven met P?
- 4 Is scan 2 van de borstholte gemaakt of van de buikholte?
- 5 Welk orgaan is aangegeven met Q?

▼ **Afb. 42** CT-scans.



scan 1

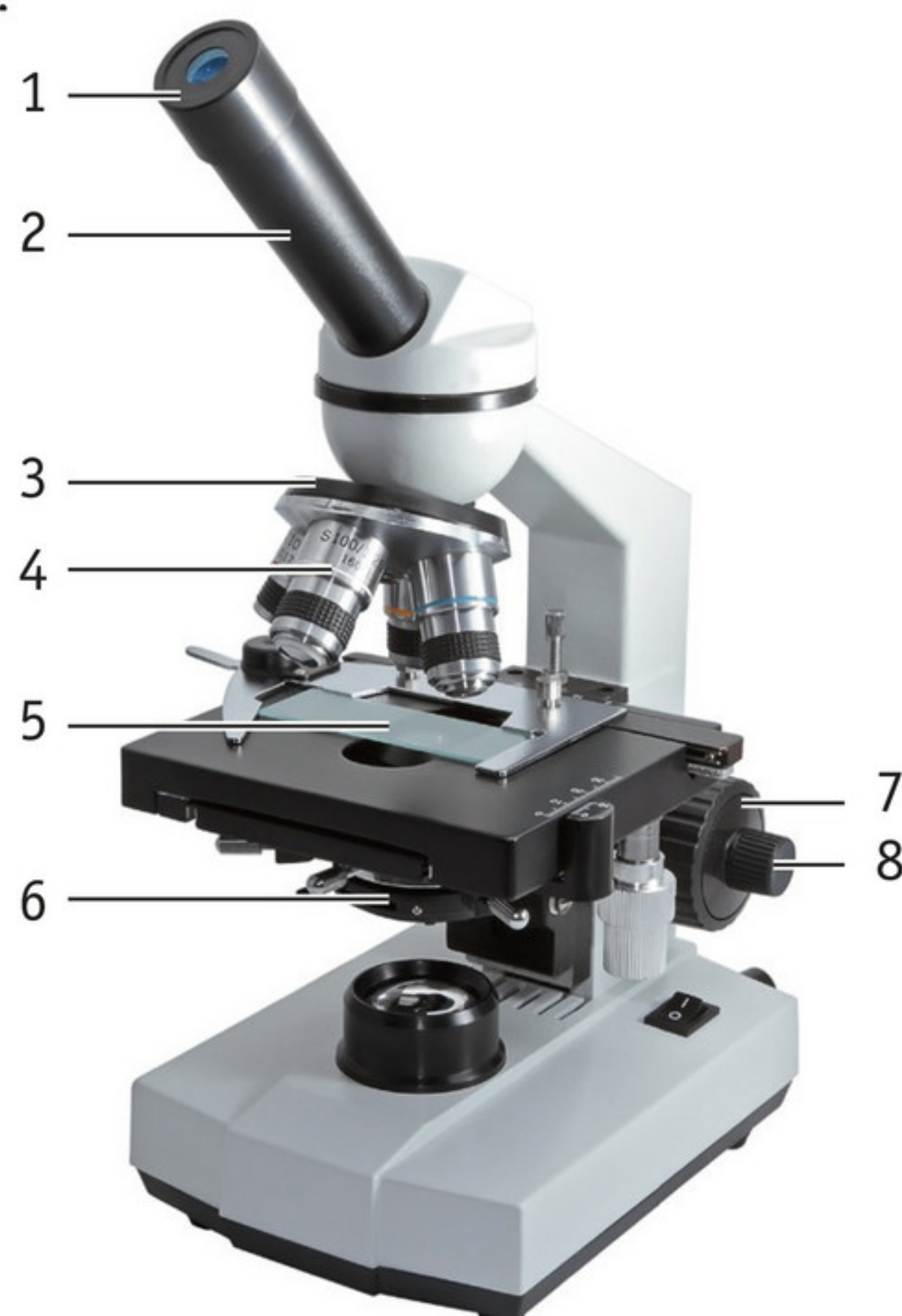


scan 2

DOELSTELLING 5 BASISSTOF 3

In afbeelding 43 zie je een microscoop. Noteer de namen van de aangegeven delen.

► **Afb. 43** Microscoop.



DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 44 zie je een foto van een dierlijke cel. Hoe heet het deel dat is aangegeven met nummer 2?
 - A Celmembraan.
 - B Celwand.
 - C Kernmembraan.
 - D Kernwand.
- 2 Welke van de genummerde delen in afbeelding 44 kun je ook in plantaardige cellen aantreffen?
 - A Alleen de delen 1 en 2.
 - B Alleen de delen 2 en 3.
 - C Alleen de delen 1, 3 en 4.
 - D De delen 1, 2, 3 en 4.

▼ **Afb. 44** Microscopische foto van een dierlijke cel.



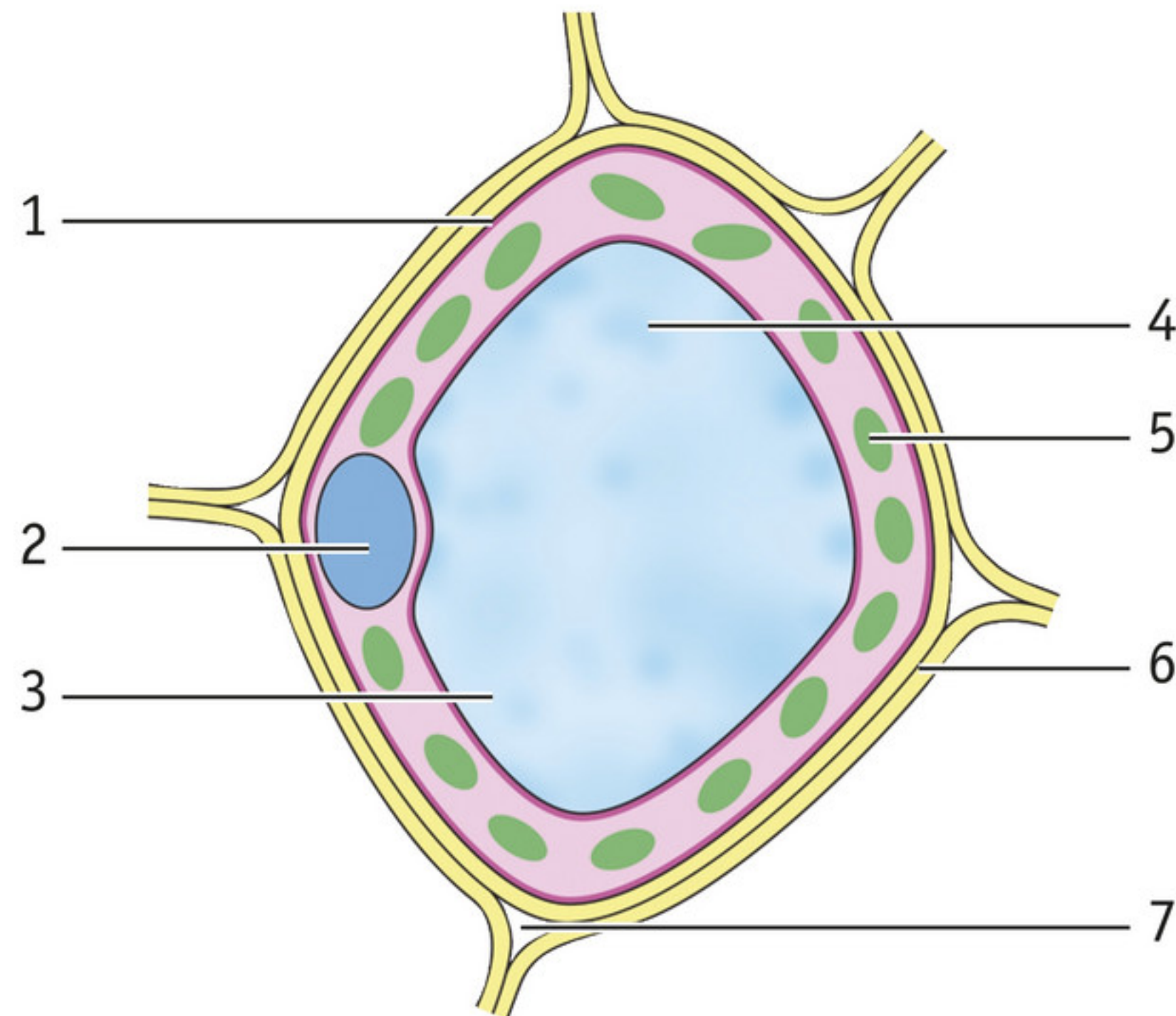
- 3 Drie leerlingen doen een bewering over tussencelstof bij planten. Felix beweert dat celwanden tussencelstof zijn. Mohammed beweert dat celmembranen tussencelstof zijn. Tobias beweert dat vacuolen tussencelstof zijn. Wie heeft gelijk?
 - A Geen van deze leerlingen.
 - B Felix.
 - C Mohammed.
 - D Tobias.

In afbeelding 45 is een plantaardige cel schematisch getekend. Vraag 4 en 5 gaan over deze afbeelding.

- 4 Plantencellen bevatten stevige delen. Daardoor zijn de cellen moeilijk te verteren. Planteneters hebben daarom een lang darmkanaal. Het darmkanaal van een koe is wel veertig meter lang. Met welk deel is dit stevige deel van een plantencel aangegeven?
 - A Met deel 1.
 - B Met deel 2.
 - C Met deel 5.
 - D Met deel 6.

- 5 In welk deel bevinden zich de chromosomen?
- A In deel 2.
 - B In deel 3.
 - C In deel 4.
 - D In deel 5.

▼ **Afb. 45** Plantaardige cel (schematisch).



- 6 Drakenfruit is de eetbare vrucht van een cactus. Als de vrucht rijp wordt, verandert de schil van kleur (zie afbeelding 46). Welke verandering in de korrels is hiervan de oorzaak?
- A Bladgroenkorrels zijn overgegaan in kleurstofkorrels.
 - B Bladgroenkorrels zijn overgegaan in zetmeelkorrels.
 - C Kleurstofkorrels zijn overgegaan in zetmeelkorrels.
 - D Zetmeelkorrels zijn overgegaan in kleurstofkorrels.

▼ **Afb. 46** Drakenfruit (pitaja).



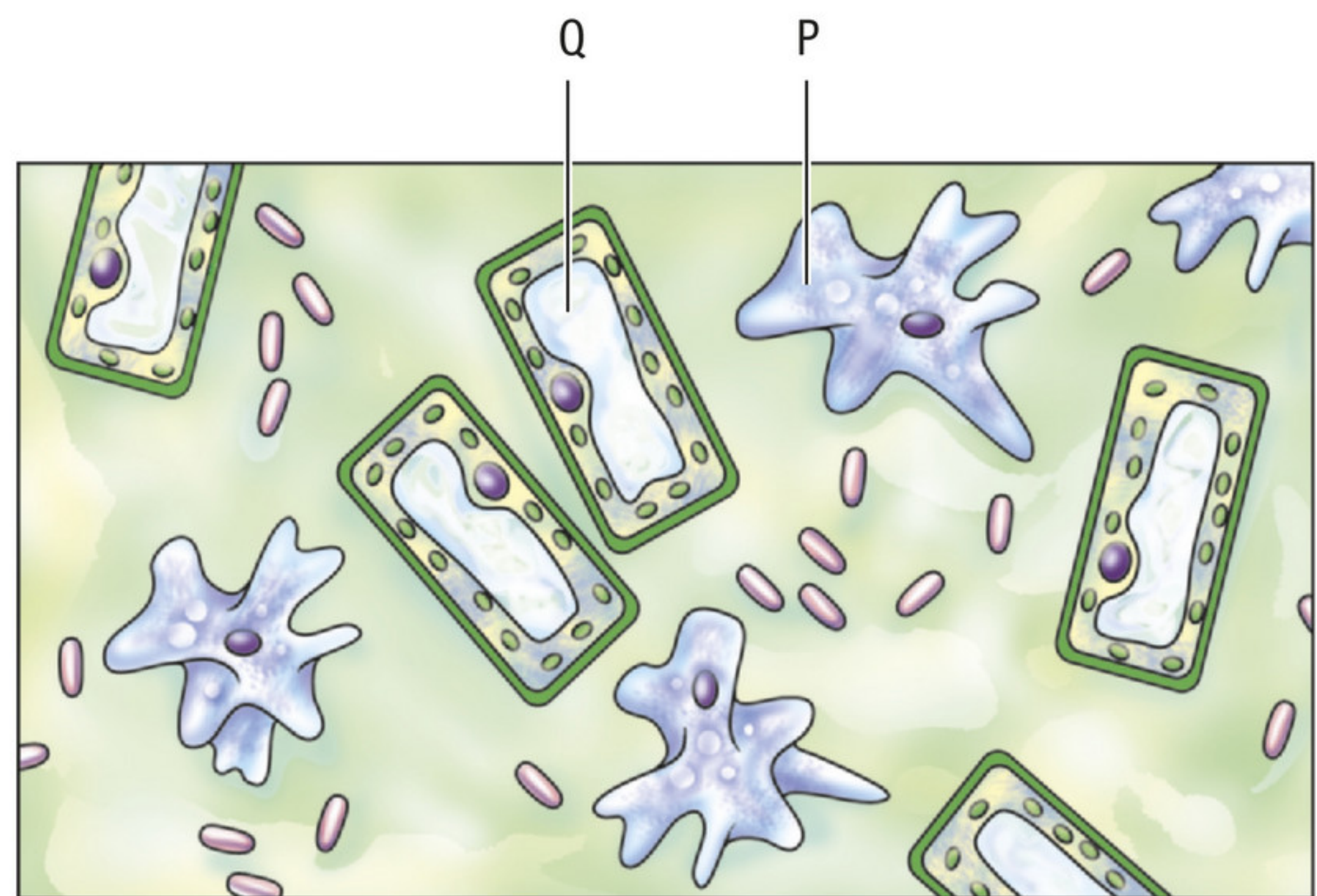
1 onrijpe vrucht



2 rijpe vrucht

- 7 In de dunne darm wordt voedsel verteerd. Van de inhoud van de dunne darm is een microscopisch preparaat gemaakt. In afbeelding 47 zijn enkele cellen uit dit preparaat getekend bij een vergroting van 400×. Welke cel is lastiger te verteren voor mensen: cel P of cel Q? En waarom?
- A Cel P, want de cel heeft een celkern.
 - B Cel P, want de cel heeft een onregelmatige vorm.
 - C Cel Q, want de cel heeft een celwand.
 - D Cel Q, want de cel heeft een grote, centrale vacuole.

▼ **Afb. 47** Microscopisch preparaat van cellen (vergroting 400×).



DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende vragen.

Op de foto van afbeelding 48 zie je Jos. Hij heeft bruin haar. Uit bepaalde cellen in de hoofdhuid van Jos groeit dit haar. Een bruine haarkleur is een erfelijke eigenschap.

► **Afb. 48** Jos heeft bruin haar.



- 1 Welke stof in een hoofdhuidcel bevat de informatie voor deze erfelijke eigenschap?

- 2 Welk deel van een cel van de hoofdhuid van Jos bevat de informatie voor de erfelijke eigenschappen van Jos?
- 3 Bevatten beide chromosomen van een chromosomenpaar dezelfde erfelijke informatie?
- 4 Hoeveel chromosomen bevat de hoofdhuidcel van Jos?
- 5 Hoeveel chromosomenparen bevat de hoofdhuidcel van Jos?
- 6 Bevat een zenuwcel van Jos de erfelijke informatie voor bruine haarkleur?

In afbeelding 49 zie je een zeenaaktslak. Deze slak heeft 26 chromosomen in een cel van de huid.

- 7 Zijn alle chromosomen in een zenuwcel van deze slak verschillend van vorm?

▼ **Afb. 49** Zeenaaktslak.



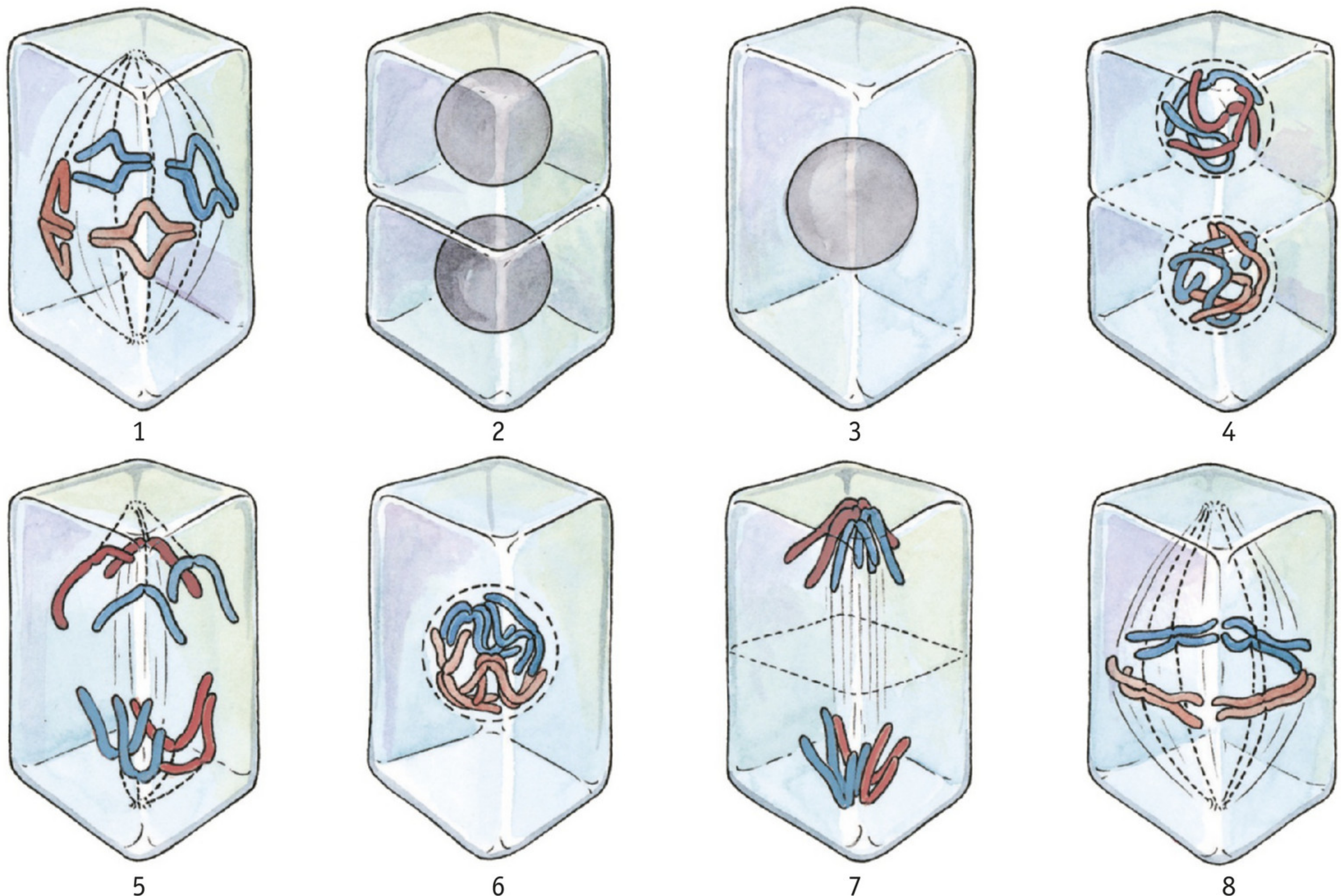
DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Waarvoor vindt in het lichaam van een gezonde 90-jarige vrouw nog mitose plaats?
- 2 Zijn chromosomen zichtbaar in de periode tussen twee celdelingen in?
- 3 Aan het begin van een gewone celdeling worden de chromosomen korter en dikker. Uit hoeveel DNA-ketens bestaat elk chromosoom op dat moment?
- 4 Bestaat een chromosoom vlak na een gewone celdeling uit één of uit twee DNA-ketens?
- 5 Hoeveel chromosomen bevat elke dochtercel na een gewone celdeling bij een mens?
- 6 Na een gewone celdeling bevat elke dochtercel dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel. Hoe komt dat?
- 7 Elke dochtercel wordt na afloop van een gewone celdeling even groot als de moedercel. Hoe komt dat?
- 8 In afbeelding 50 zijn acht fasen van een gewone celdeling schematisch getekend. Wat is de juiste volgorde van deze fasen?

▼ **Afb. 50** Acht fasen van een gewone celdeling (schematisch).



DOELSTELLING 9

BASISSTOF 7

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Op je scoreblad staan de eerste en de laatste stap van een biologisch onderzoek.
Noteer de overige stappen in de juiste volgorde.
Gebruik daarbij: *Conclusie trekken – Onderzoek uitvoeren – Onderzoeksvraag bedenken – Probleemstelling – Verwachting formuleren – Waarnemingen verzamelen – Werkplan bedenken.*

Als je een bosje bloemen koopt, krijg je daar vaak een zakje snijbloemenvoedsel bij (zie afbeelding 51). Vera wil onderzoeken of tulpen met snijbloemenvoedsel langer houdbaar zijn. In afbeelding 52 staan zeven stappen van het onderzoek dat zij uitvoert. Ze staan in willekeurige volgorde in een tabel. Bij elke stap staat een letter.

- 2 Met welke letter is de onderzoeksvraag aangegeven?
3 Met welke letter is de verwachting aangegeven?
4 Met welke letter is de conclusie aangegeven?
5 Welke bos tulpen is de controlegroep: bos 1 of bos 2?

▼ Afb. 51 Zakje snijbloemenvoedsel.

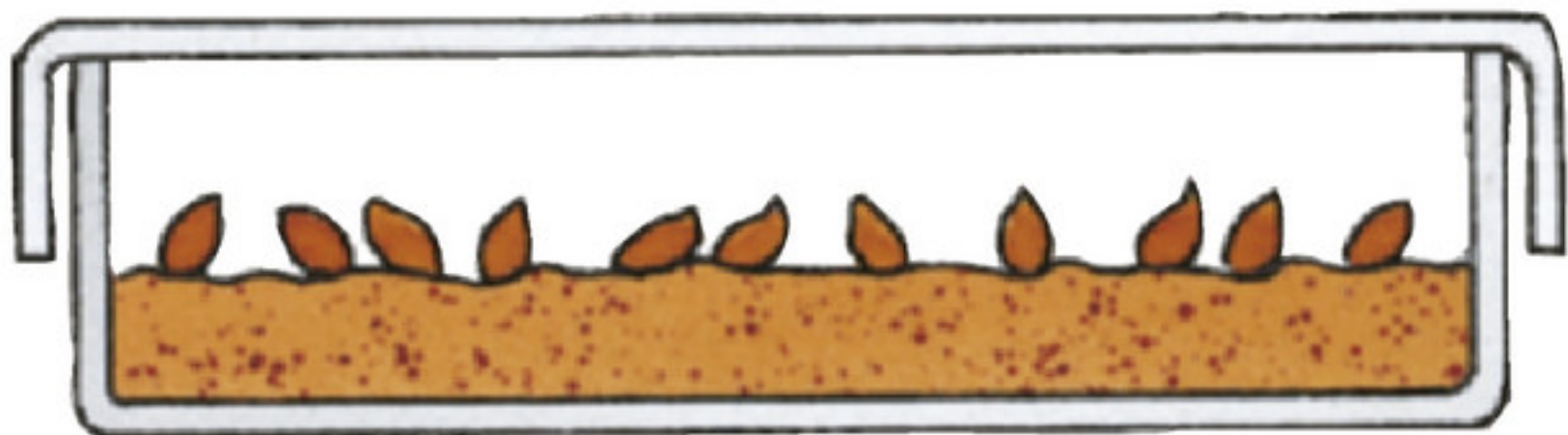


▼ Afb. 52 Onderzoek van Vera.

A	Vera neemt twee even grote vazen met evenveel water. Ze doet in een van de vazen een zakje snijbloemenvoedsel. Daarna zet ze in beide vazen een bosje van vijf tulpen. Ze zorgt ervoor dat beide bossen tulpen evenveel licht, lucht en warmte krijgen. Ze noteert van welke bos het eerst van drie tulpen een of meer bloemblaadjes zijn afgevallen.	
B	Zijn snijbloemen langer houdbaar met snijbloemenvoedsel?	
C	Snijbloemen zijn langer houdbaar met snijbloemenvoedsel.	
D	Zullen de bloemblaadjes van tulpen met snijbloemenvoedsel later afvallen dan de bloemblaadjes van tulpen zonder snijbloemenvoedsel?	
E	Vera denkt dat de bloemblaadjes van tulpen met snijbloemenvoedsel later afvallen dan de bloemblaadjes van tulpen zonder snijbloemenvoedsel.	
F		
	bos 1 1 Tulpen in water met snijbloemenvoedsel. Van één tulp is een bloemblaadje gevallen.	bos 2 2 Tulpen in water zonder snijbloemenvoedsel. Van vier tulpen zijn een of meer bloemblaadjes gevallen.

- 6 Bij een onderzoek naar de ontkieming van zaden worden in vier schalen droge zaden gedaan (zie afbeelding 53).
Ray wil de invloed van de temperatuur op de ontkieming van zaden nagaan.
Welke van de schalen moet hij met elkaar vergelijken?

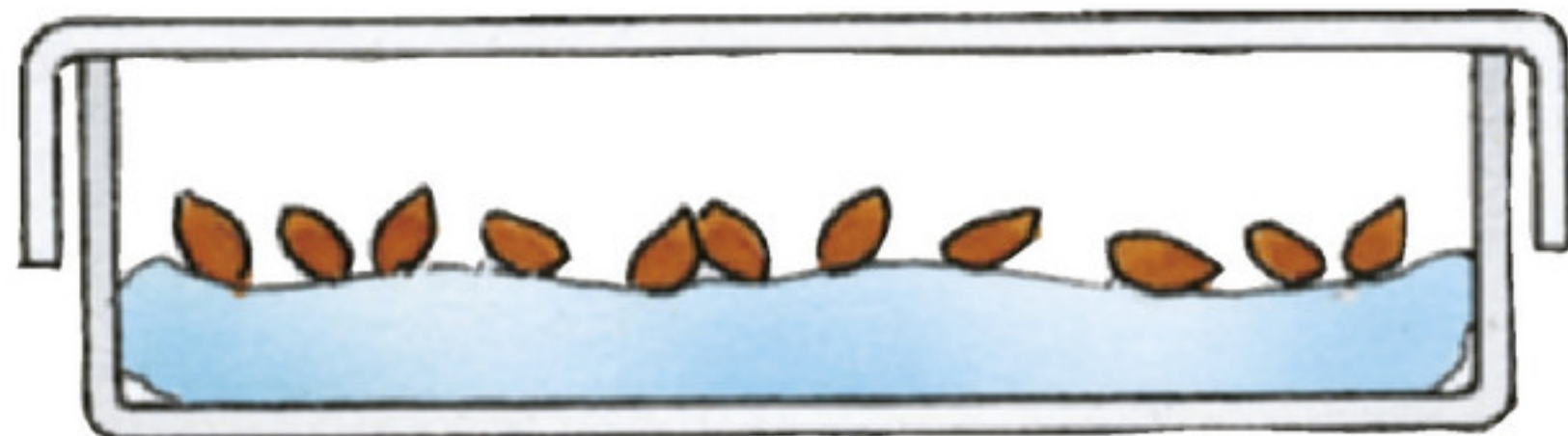
► Afb. 53 Onderzoek naar de ontkieming van zaden.



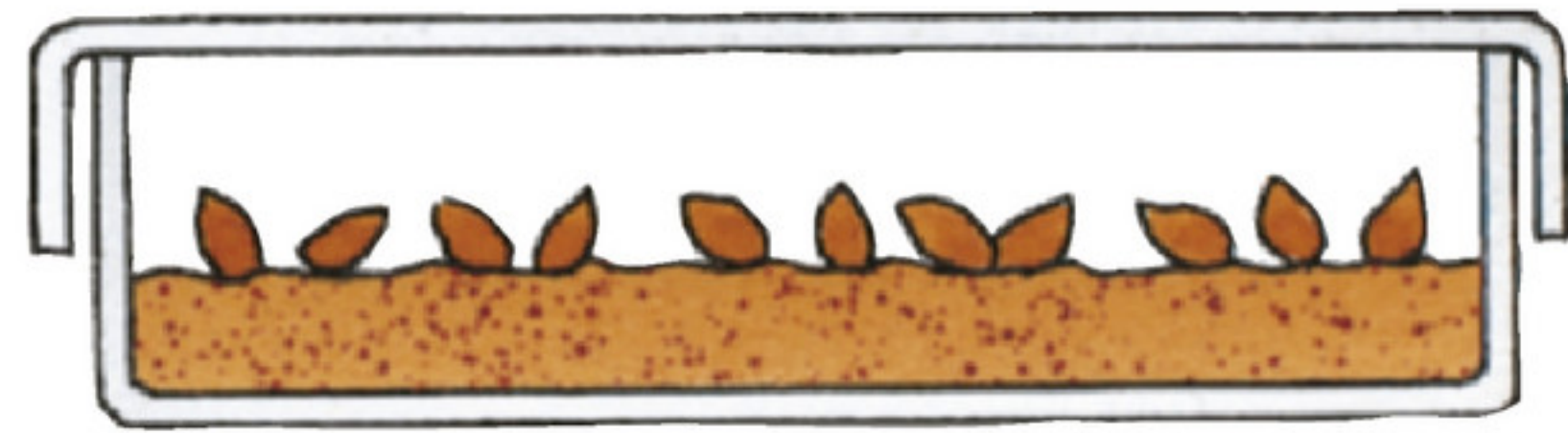
1 natte aarde: temperatuur 20 °C



2 natte watten: temperatuur 6 °C



3 natte watten: temperatuur 20 °C



4 natte aarde: temperatuur 6 °C

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Vechtsport en organen

Noor en Ibrahim doen aan vechtsport (zie afbeelding 54). Ze vertellen waarom ze het leuk vinden en welke blessures je bij deze sport kunt oplopen. Je moet hierover vragen beantwoorden.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 38

▼ Afb. 54

Meestal gaat het goed

Noor is opgegroeid met judo. Al vanaf haar zesde gaat ze naar judo met een vriendin. Noor vertelt: 'Het is een leuke sport en je leert jezelf goed te verdedigen. Het is wel een contactsport waardoor bepaalde blessures regelmatig voorkomen. Schaafwonden en blauwe plekken bijvoorbeeld, maar dat is meestal niet ernstig. Bij wedstrijden is het fanatieker. Maar er zijn duidelijke regels om je te beschermen en om blessures te voorkomen. Je leert bijvoorbeeld goed te vallen. Maar toch gaat het ook wel eens mis. Tijdens mijn tweede wedstrijd brak ik mijn arm bij het vallen. Mijn vriendin liep een hersenschudding op toen zij werd gevloerd en een keer een spierscheuring. Doordat haar spier scheurde, kon zij zes weken niet trainen. Gelukkig kwam alles weer goed. Bij vechtsporten als judo en karate heb je niet meer kans op blessures dan bij andere sporten.'



Ibrahim gaat al zes jaar naar de sportschool in de buurt om te kickboksen. Hij traint vijf keer per week. 'Best vaak,' zegt Ibrahim, 'maar ik heb het er voor over. In deze sport moet je discipline hebben. Dan toon je ook respect voor je trainer. Respect en discipline zijn belangrijk bij kickboksen.'

Je moet je goed kunnen beheersen, want bij kickboksen loop je meer risico op ernstige blessures. Vooral tijdens de wedstrijden loop je risico. De slagen, stoten en trappen kunnen hard aankomen als je afweerteknik niet goed is. In het ergste geval kun je blijvende hersenschade oplopen of schade aan je oog. Door een flinke stoot kun je blauwe plekken krijgen of je botten breken. Kickboksen is wel een risicovechtsport. Gelukkig gaat het meestal goed.'

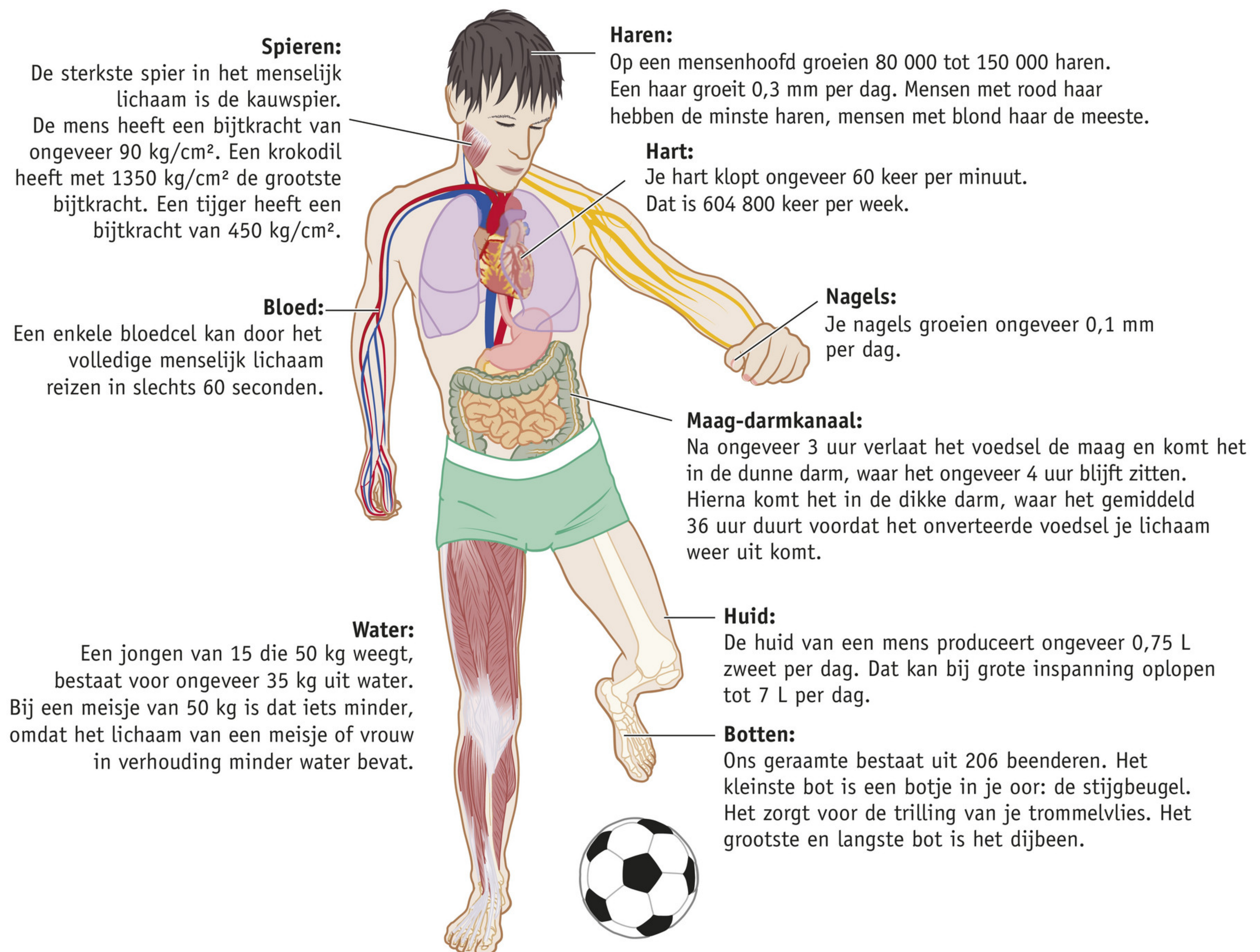


2 Het menselijk lichaam in getallen

In afbeelding 55 zie je allerlei feitjes over het menselijk lichaam. Je gaat hiermee berekeningen uitvoeren. Je leest bijvoorbeeld hoe snel je haren per dag groeien. Je rekent dan uit hoeveel je haar in een jaar groeit.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 40

▼ **Afb. 55** Feiten over het menselijk lichaam.



PLUSSTOF

3 Virussen

In de basisstof van dit thema heb je geleerd dat organismen levenskenmerken hebben en dat organismen bestaan uit cellen. **Virussen** vertonen niet alle levenskenmerken en ze bestaan niet uit cellen. In deze verrijkingstof leer je meer over virussen. Je gaat hierover vragen beantwoorden.

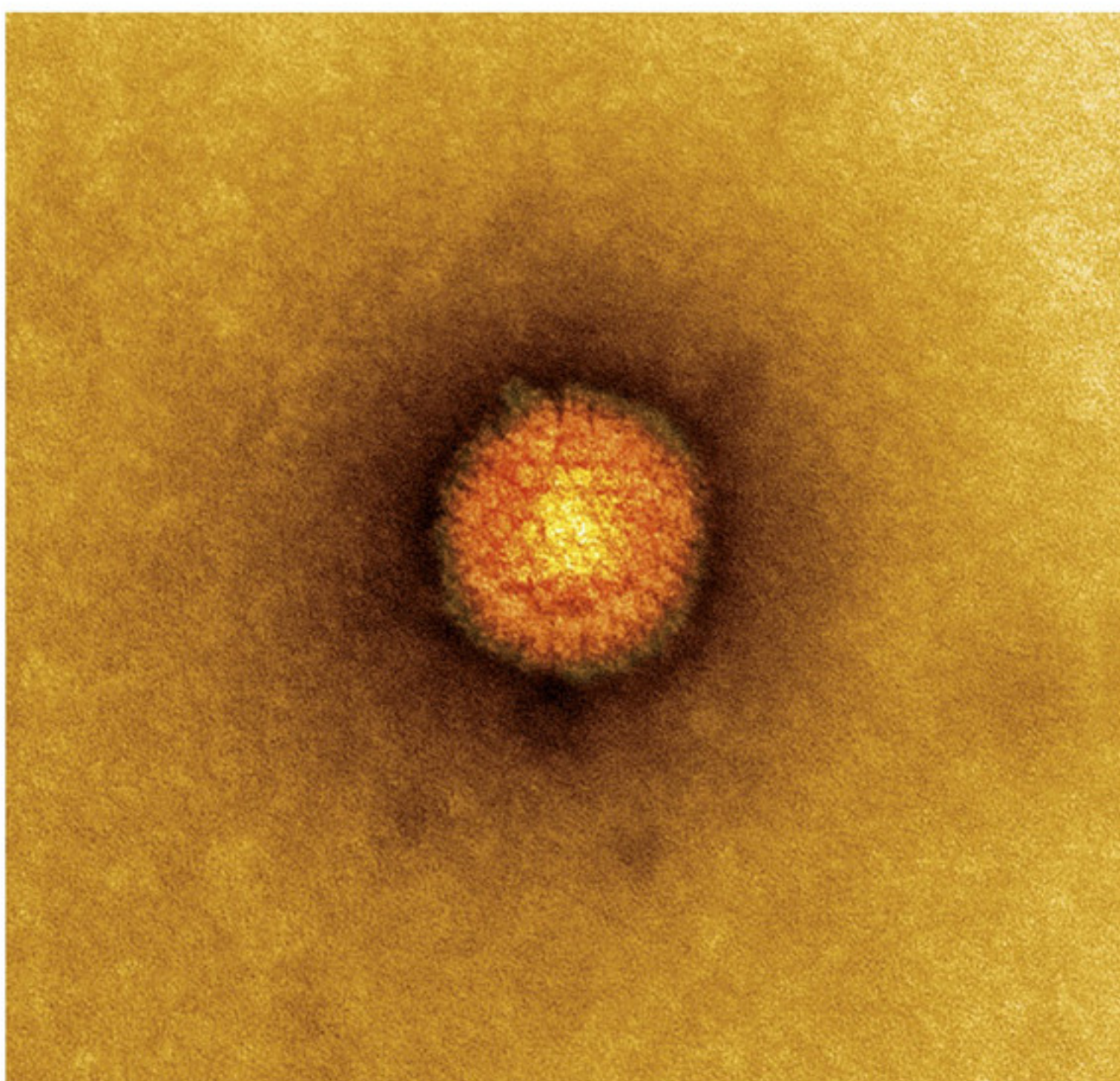
DE BOUW VAN EEN VIRUS

Virussen zijn erg klein, veel kleiner dan bacteriën. Virussen kun je niet met een gewone microscoop zien. Alleen met behulp van een speciale elektronenmicroscoop zijn virussen zichtbaar te maken. In afbeelding 56.1 zie je een foto van een virus.

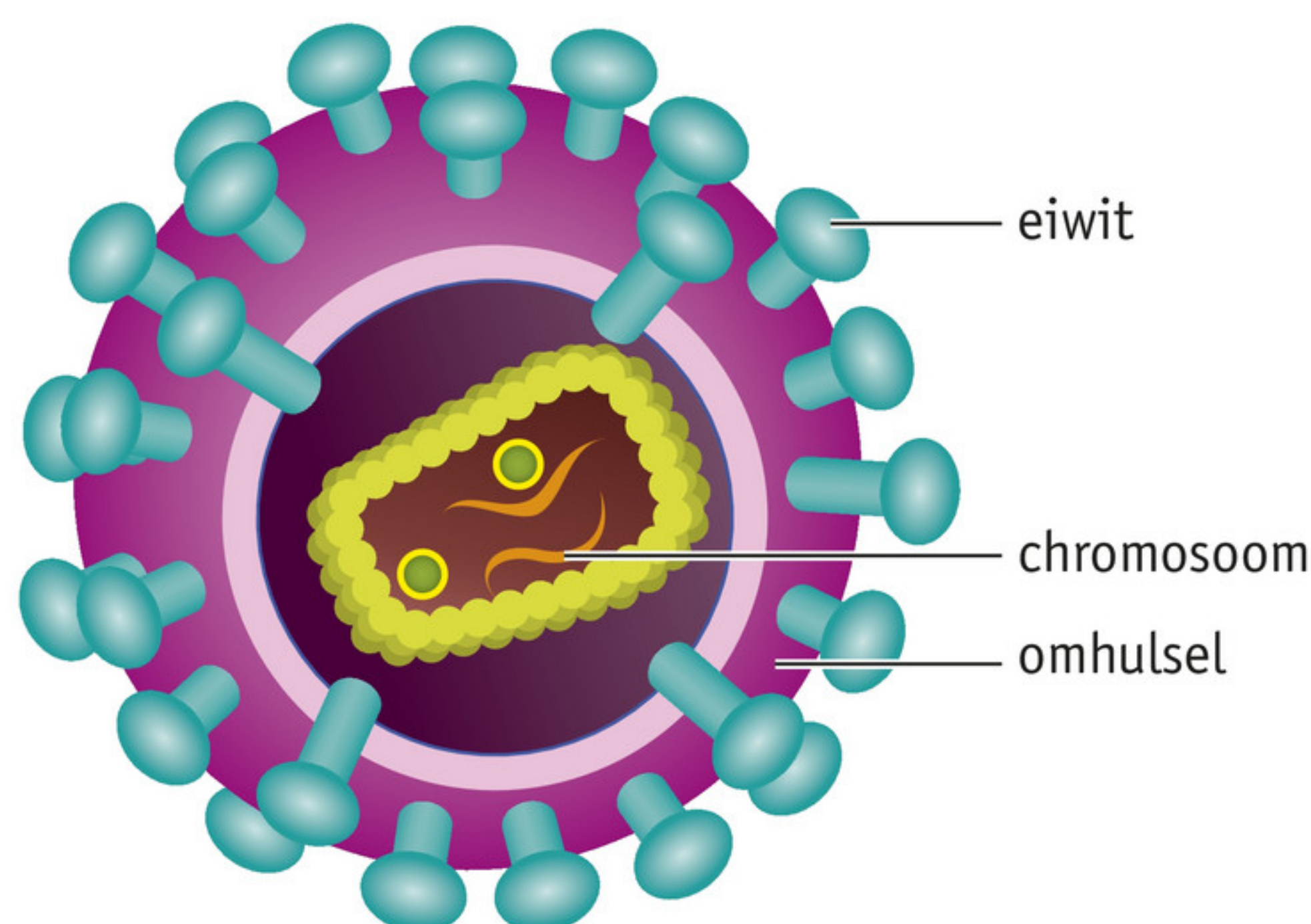
Virussen zitten tussen levend en levenloos in. Alle organismen bestaan uit cellen, maar virussen niet. Virussen hebben ook geen cytoplasma, zoals organismen.

Een virus is eenvoudig gebouwd. Een virus bestaat uit een soort chromosoom, met daaromheen een omhulsel van eiwitten (zie afbeelding 56.2).

▼ **Afb. 56** Virus.



1 elektronenmicroscopische foto (ingekleurd, vergroting 120 000x)

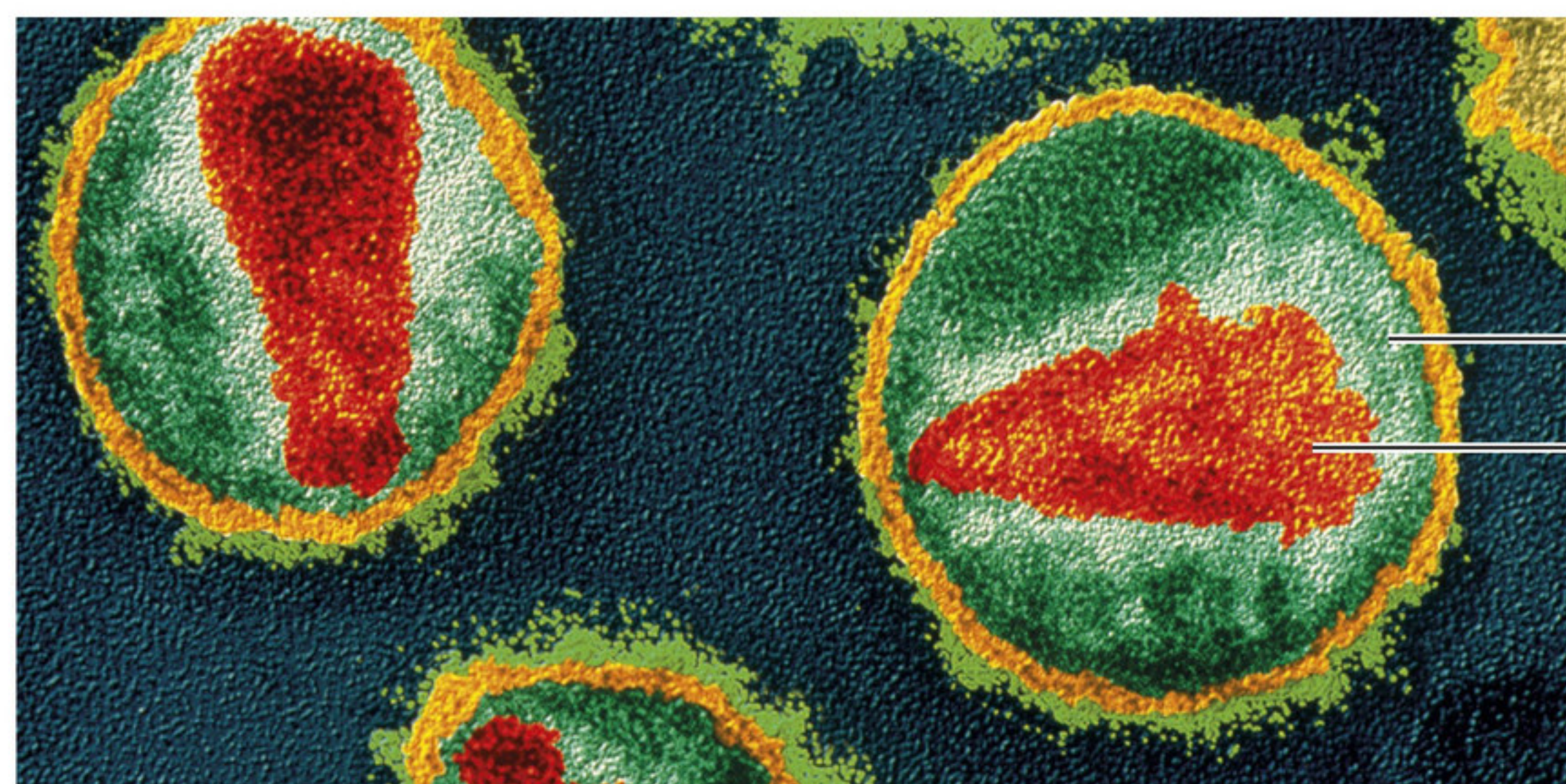


2 model van het virus dat de ziekte aids veroorzaakt

VOORTPLANTING VAN EEN VIRUS

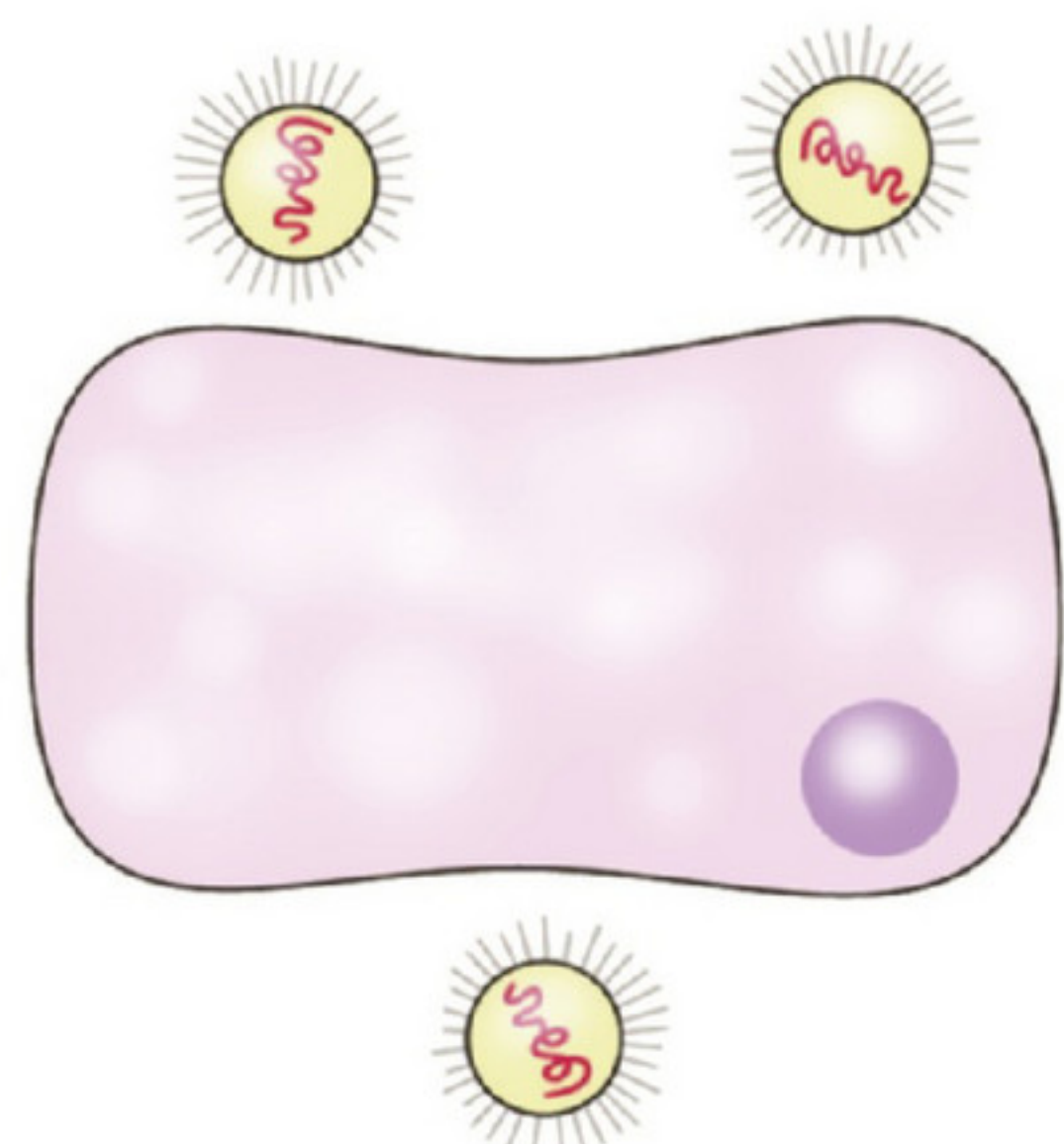
Een virus vertoont uit zichzelf nauwelijks levensverschijnselen. Een virus kan zich bijvoorbeeld niet zelfstandig voortplanten. Elke soort virus heeft een speciale **gastheercel** nodig om zich voort te planten (zie afbeelding 57). De gastheercel kan van een mens zijn, maar ook van een ander organisme.

► **Afb. 57** Gastheercellen met het virus dat aids veroorzaakt (elektronenmicroscopische foto).

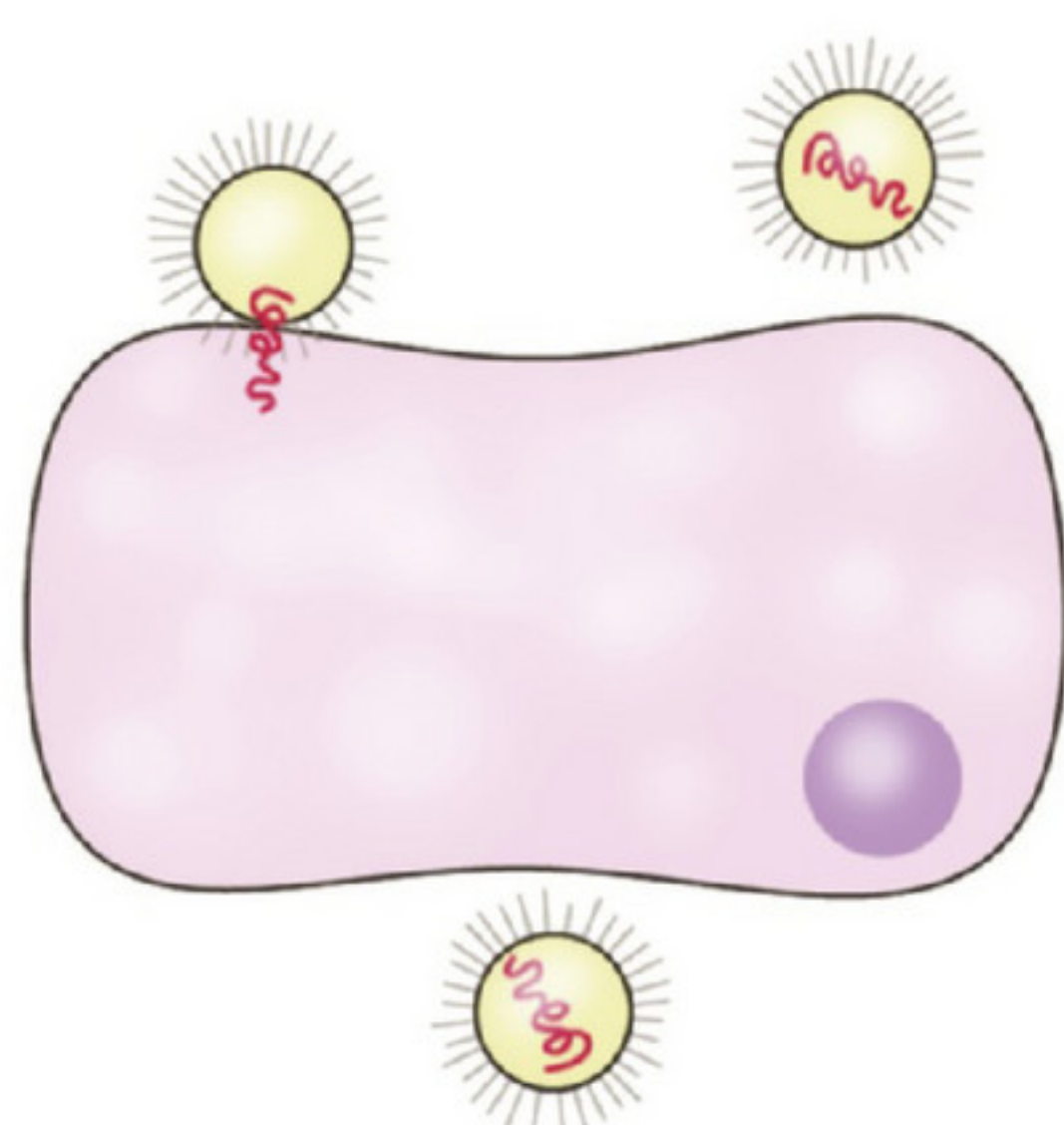


gastheercel
virus dat aids veroorzaakt

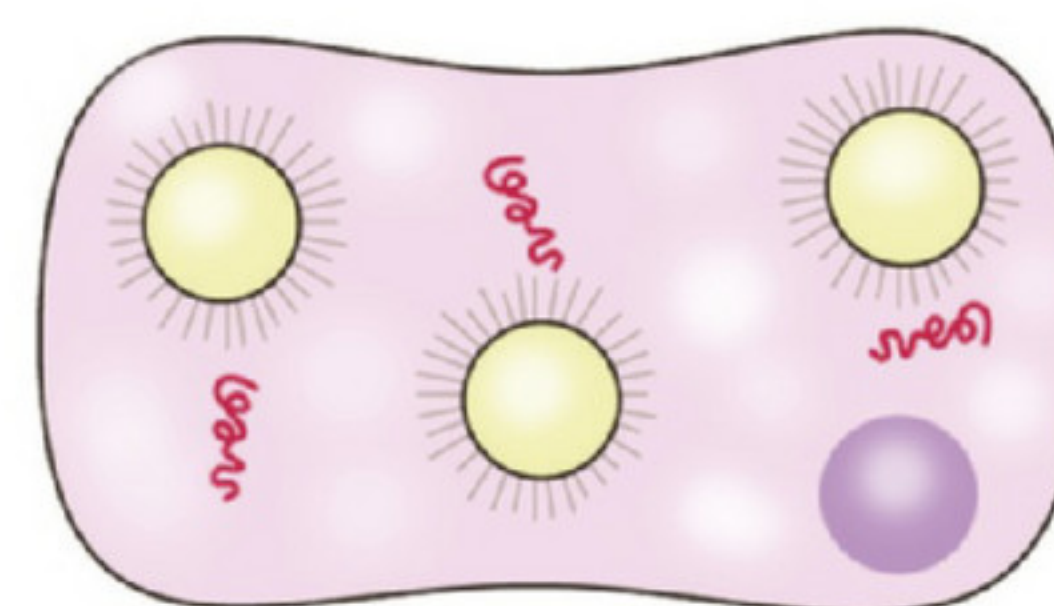
▼ **Afb. 58** De voortplanting van een virus in een gastheercel.



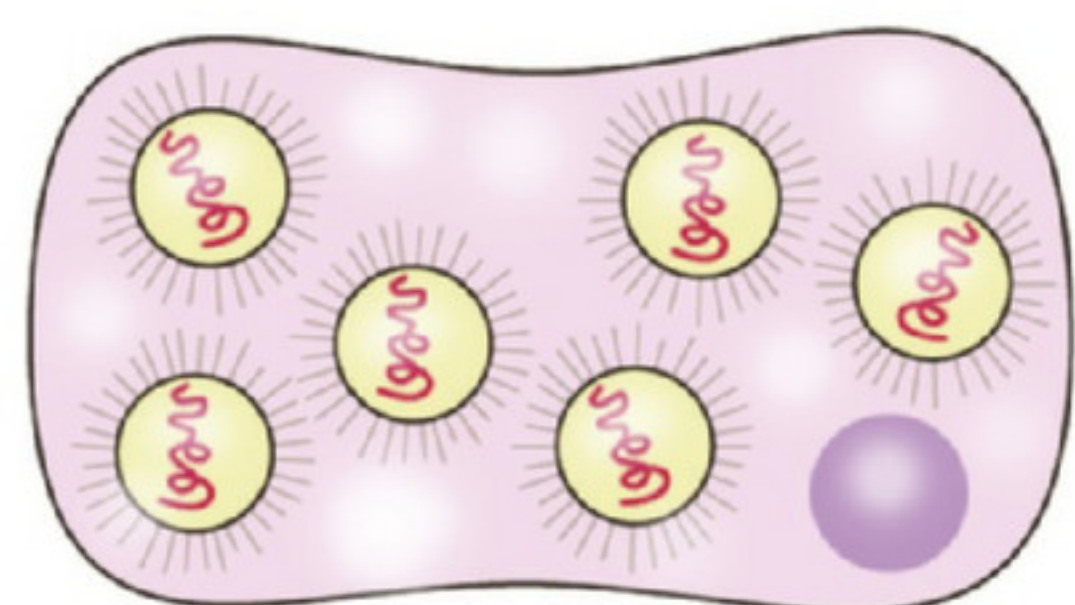
1 Een virus komt in aanraking met een cel van de gastheer.



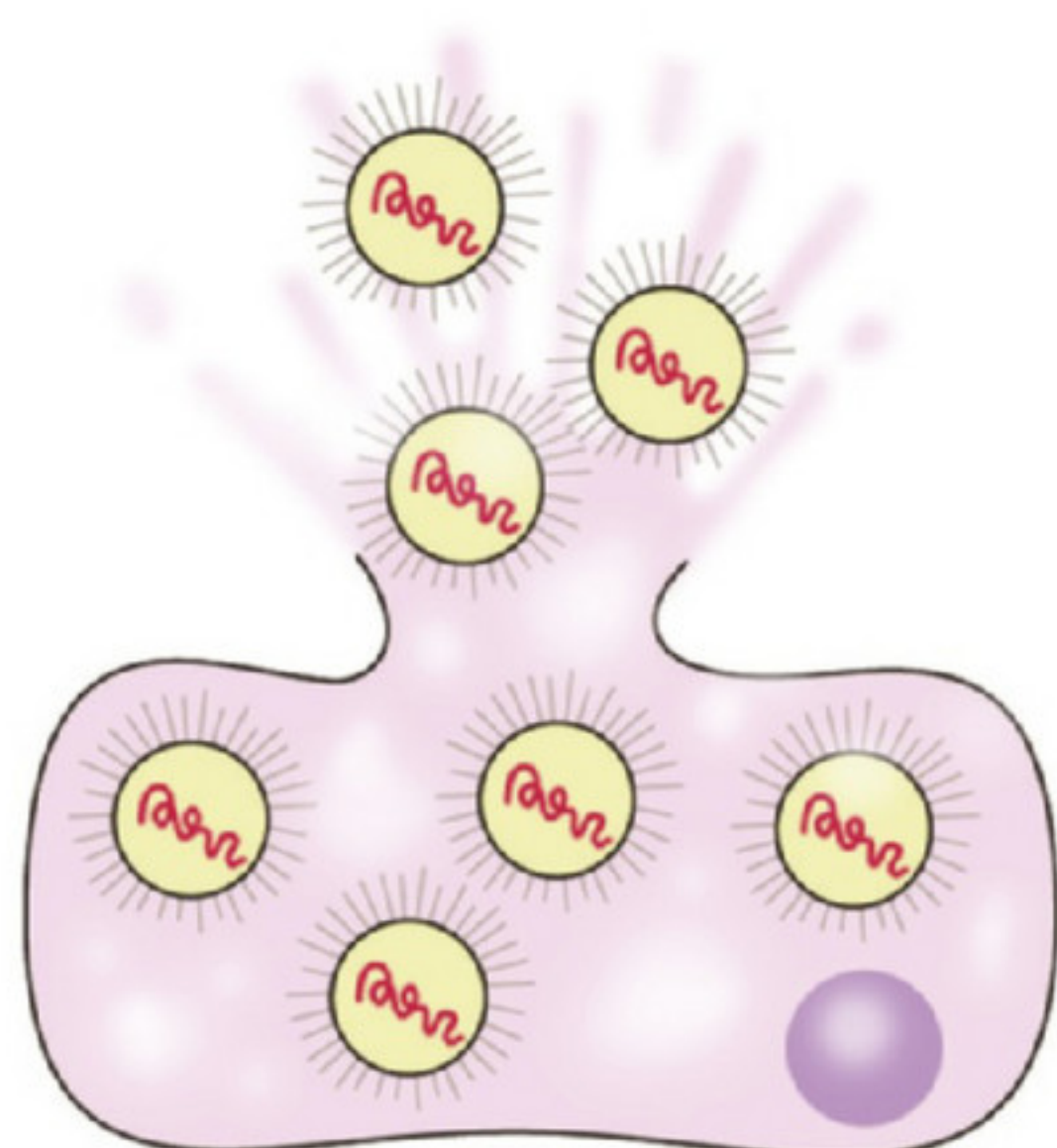
2 Het 'chromosoom' van het virus dringt de cel binnen.



3 De gastheercel gaat virusdelen maken.



4 In de gastheercel ontstaan nieuwe virussen.



5 De gastheercel gaat kapot; de nieuwe virussen komen vrij.

VIRUSZIEKTEN

Virussen kunnen hun gastheer ziek maken, doordat de cellen van de gastheer kapotgaan. Kinderverlamming (poliomyelitis) bijvoorbeeld wordt veroorzaakt door een virus. Dit virus gebruikt zenuwcellen van een mens (meestal een kind) als gastheercellen. Deze zenuwcellen gaan daardoor kapot. Dit kan verlammingen tot gevolg hebben.

Het **hiv** (**human immunodeficiency virus**) is de veroorzaker van aids (zie afbeelding 56.2). Dit virus gebruikt witte bloedcellen van de mens als gastheercellen. Bepaalde witte bloedcellen gaan daardoor dood. De functie van witte bloedcellen is het vernietigen van ziekteverwekkers. Doordat veel witte bloedcellen door het virus zijn vernietigd, heeft een aidspatiënt weinig of geen weerstand tegen ziekteverwekkers. Bij een aidspatiënt kunnen zich dan ook heel verschillende ziekteverschijnselen voordoen.

▼ **Afb. 59** Een koortslip.



Andere ziekten bij de mens die door virussen worden veroorzaakt, zijn onder andere griep, verkoudheid, koortslip (zie afbeelding 59), mazelen, pokken en rodehond. Met antibiotica kun je bacteriën bestrijden maar virussen niet. Bij een virusinfectie moet de patiënt rust houden. Het lichaam kan het virus meestal zelf bestrijden.

Examentrainer

PCD

Naar: examen vmbo-k 2012-1, vraag 26.

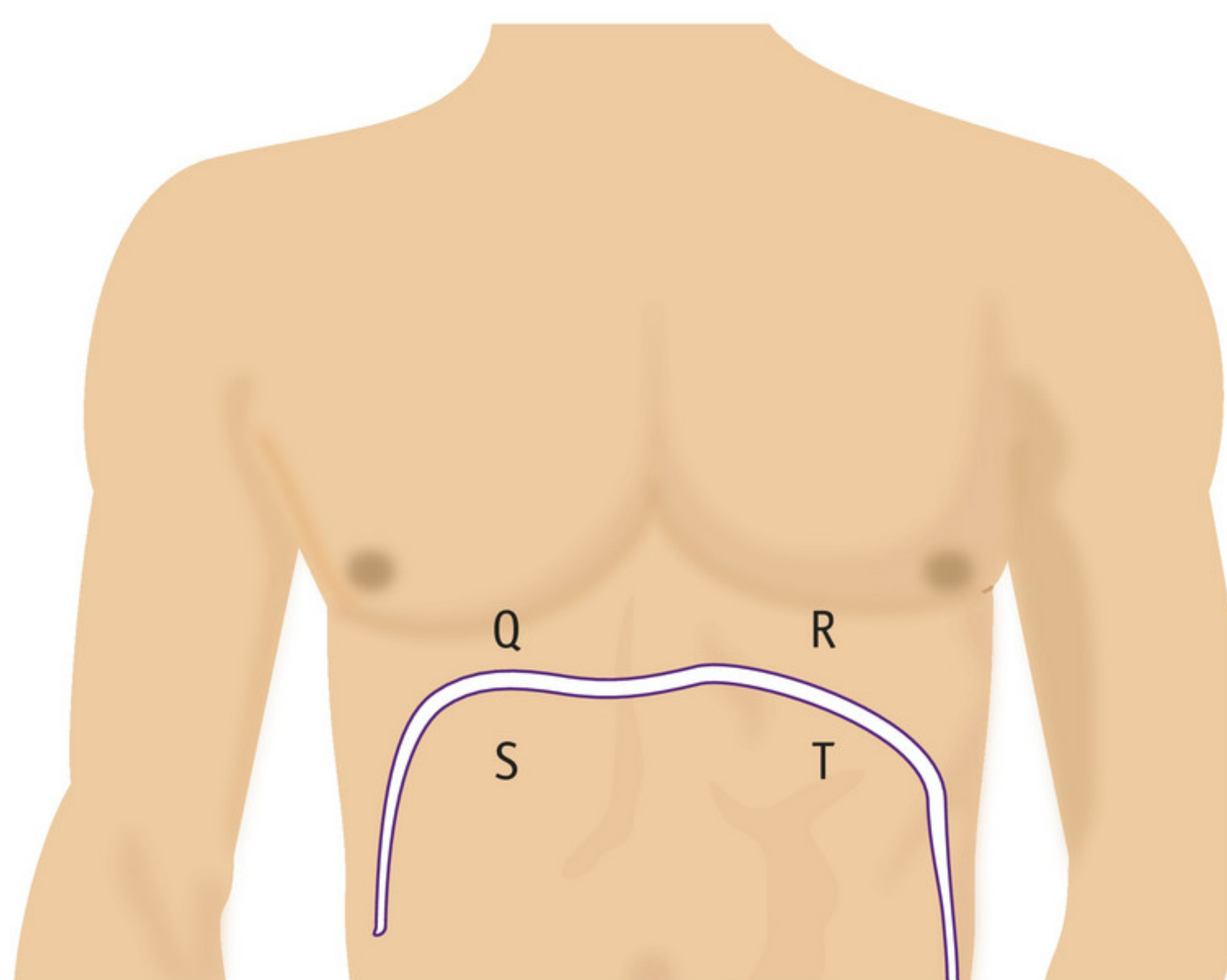
PCD is de afkorting van de naam van een erfelijke ziekte. Bij iemand met PCD kunnen de trilharen in de luchtwegen het slijm niet goed afvoeren.

Bij de helft van de mensen met PCD komt een verkeerde ligging van organen in borst- en buikholte voor.

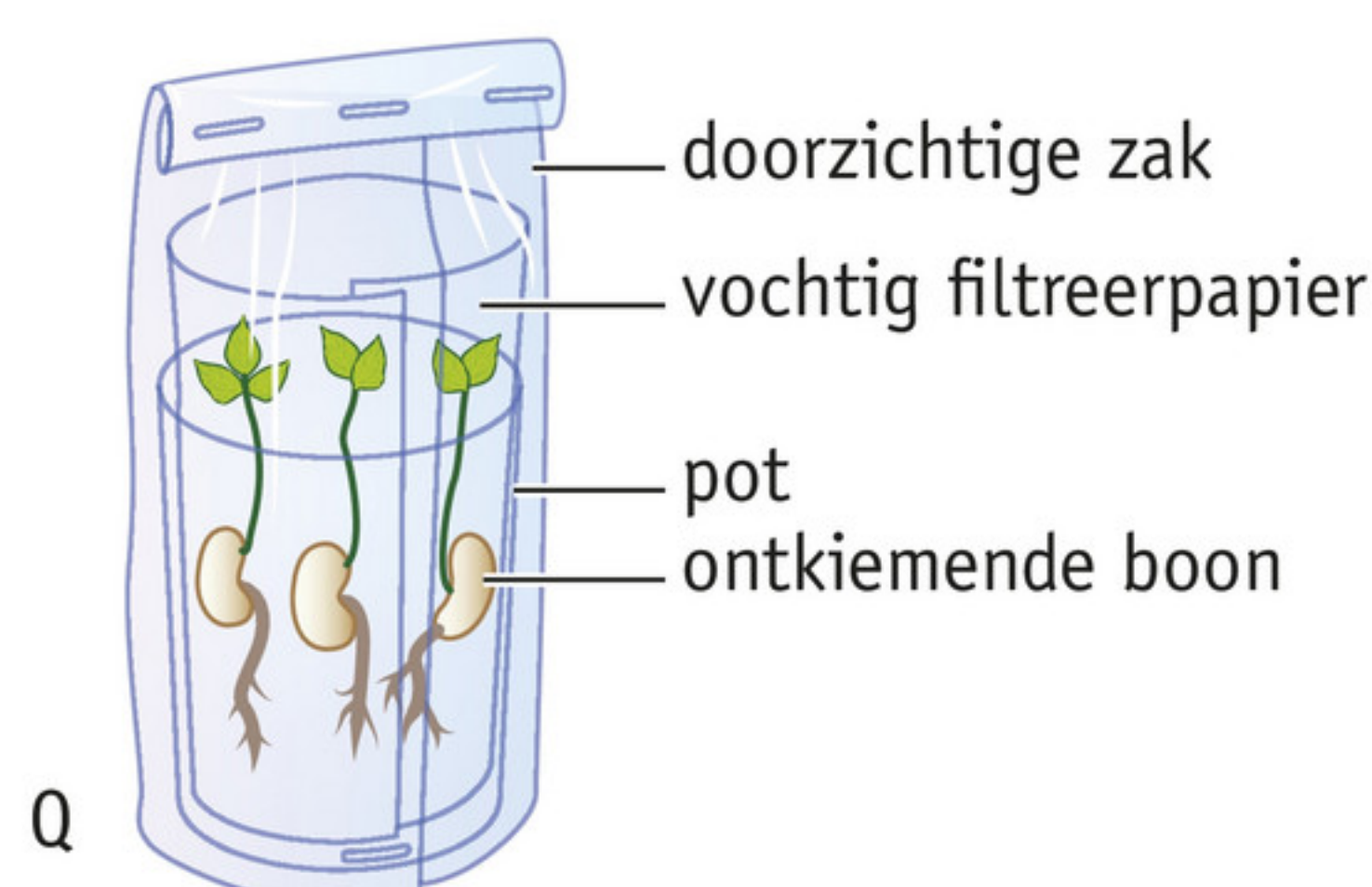
Organen die normaal links liggen, bevinden zich dan rechts en omgekeerd. Dit noemt men een 'gespiegelde' ligging van de organen. In afbeelding 60 wordt de romp weergegeven, van voren gezien. Vier plaatsen zijn met een letter aangegeven.

- 1p 1 Welke letter geeft de plaats aan waar de lever ligt bij iemand met een gespiegelde ligging van de organen?
- A Letter Q.
 - B Letter R.
 - C Letter S.
 - D Letter T.

▼ Afb. 60 Romp met middenrif.



▼ Afb. 62 Controleproeven.



EEN PROEF

Naar: examen vmbo-k 2013-1, vraag 20.

Bas onderzoekt de invloed van licht op de groei van kiemplantjes. Hij stopt een aantal gekiemde bruine bonen in een pot met vochtig filterpapier. De pot zet hij in een zwarte, ondoorzichtige zak (zie afbeelding 61).

Bij de bespreking zegt zijn docent dat hij de controleproef mist. In afbeelding 62 zie je drie mogelijkheden voor een controleproef.

- 1p 2 Welke letter geeft de juiste controleproef aan voor het onderzoek van Bas?
- A Letter Q.
 - B Letter R.
 - C Letter S.

▼ Afb. 61 Proef met bruine bonen.



CHLAMYDIA

Naar: examen vmbo-k 2012-1, vraag 30.

Chlamydia is een seksueel overdraagbare aandoening (soa) die wordt veroorzaakt door een bacterie. De bacteriën nestelen zich in de slijmvliezen van de geslachtsorganen. Meestal veroorzaken ze geen ziekteverschijnselen en bij de helft van de besmette mensen zijn de bacteriën binnen een jaar door het eigen afweersysteem opgeruimd. Is dit niet het geval, dan kunnen de ziekteverwekkers ontstekingen veroorzaken in de bijballen, in de prostaat of in de eileiders.

- 1p 3
- Heeft de verwekker van chlamydia een celkern? En heeft de verwekker een celwand?
- A

De verwekker heeft alleen een celkern.
- B

De verwekker heeft alleen een celwand.
- C

De verwekker heeft geen celkern en geen celwand.
- D

De verwekker heeft zowel een celkern als een celwand.

GLASTUINBOUW

Naar: examen vmbo-k 2012-1, vraag 42 en 44.

In afbeelding 63 is schematisch een stukje weefsel uit een paprika weergegeven.

- 1p 4
- Welke letter geeft een deel aan dat van kleur verandert als de paprika rijp wordt?
- A

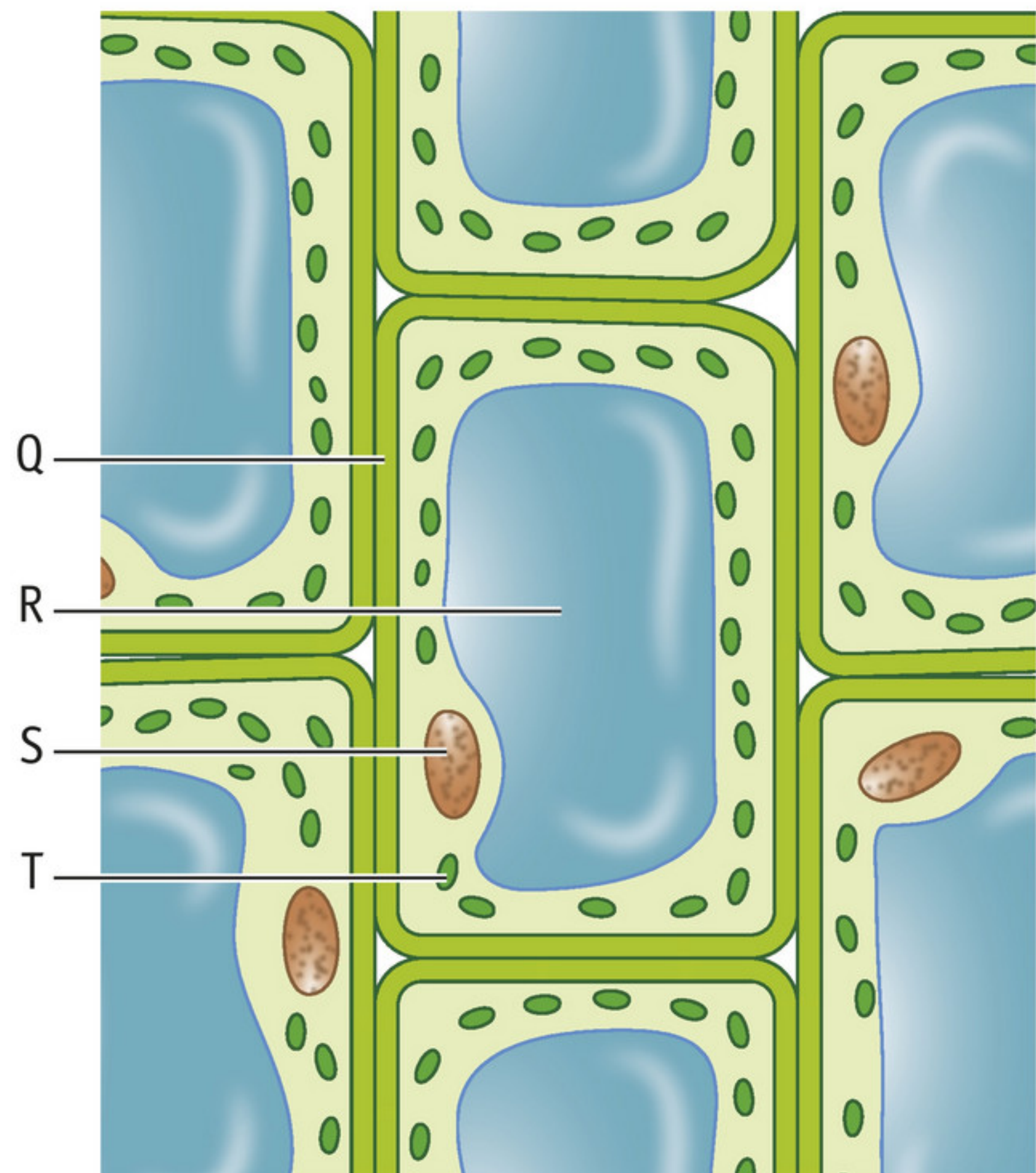
Letter Q.
- B

Letter R.
- C

Letter S.
- D

Letter T.

▼ Afb. 63 Stukje weefsel van een paprika.



Ruim 10 000 hectare (ha) landbouwgrond wordt in Nederland gebruikt voor de glastuinbouw. Daarvan wordt 4200 ha gebruikt voor groenteteelt in kassen. In tabel 2 staan gegevens over de verdeling van verschillende groentesoorten over deze oppervlakte.

- 3p 5
- Maak van de gegevens uit deze tabel een staafdiagram op grafiekpapier.

▼ Tabel 2 Oppervlakteverdeling van groentesoorten.

Groentesoorten	Oppervlakte landbouwgrond (ha)
Komkommer	700
Paprika	1200
Tomaat	1100
Overige	1200

Plusvraag

WERKPLAN

Naar: examen vmbo-gt 2011-1, vraag 14.

Men vermoedt dat een bepaalde stof (tryptofaan) helpt om in slaap te vallen. Om dit na te gaan, wordt een onderzoek gedaan met een grote groep mensen die moeite hebben om in slaap te vallen.

- 2p 6
- Schrijf een werkplan voor zo'n onderzoek.

2

Voortplanting en ontwikkeling



BASISSTOF

1	Het voortplantingsstelsel van een man	44
2	Het voortplantingsstelsel van een vrouw	47
3	Reductiedeling	50
4	Geslachtskenmerken, hormonen en menstruatiecyclus	52
5	Bevruchting en embryonale ontwikkeling	56
6	Geboorte en verdere ontwikkeling	62
7	Seksueel overdraagbare aandoeningen	66
8	Geboorteregeling	69
9	Seksualiteit	75

SAMENVATTING	77
DIAGNOSTISCHE TOETS	83

VERRIJKINGSSTOF		
1	Kraamverzorgende	94
2	Het aidsbekerspel	95
3	Voortplanting bij dieren	96

EXAMENTRAINER	98
----------------------	-----------



Mensen planten zich voort doordat eicellen en zaadcellen (spermacellen) versmelten. Eicellen en zaadcellen ontstaan door een bijzonder soort deling. In dit thema leer je hoe deze deling in zijn werk gaat.

Je leert ook hoe de voortplantingsorganen zijn gebouwd en hoe ze werken. Verder leer je welke veranderingen er bij een vrouw optreden als ze zwanger wordt. Ook leer je hoe voorbehoedmiddelen zwangerschap kunnen voorkomen.

Bij de voortplanting speelt ook seksualiteit een rol. Je zult merken dat mensen hier heel verschillende meningen over kunnen hebben. Je geeft je mening over enkele zaken.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

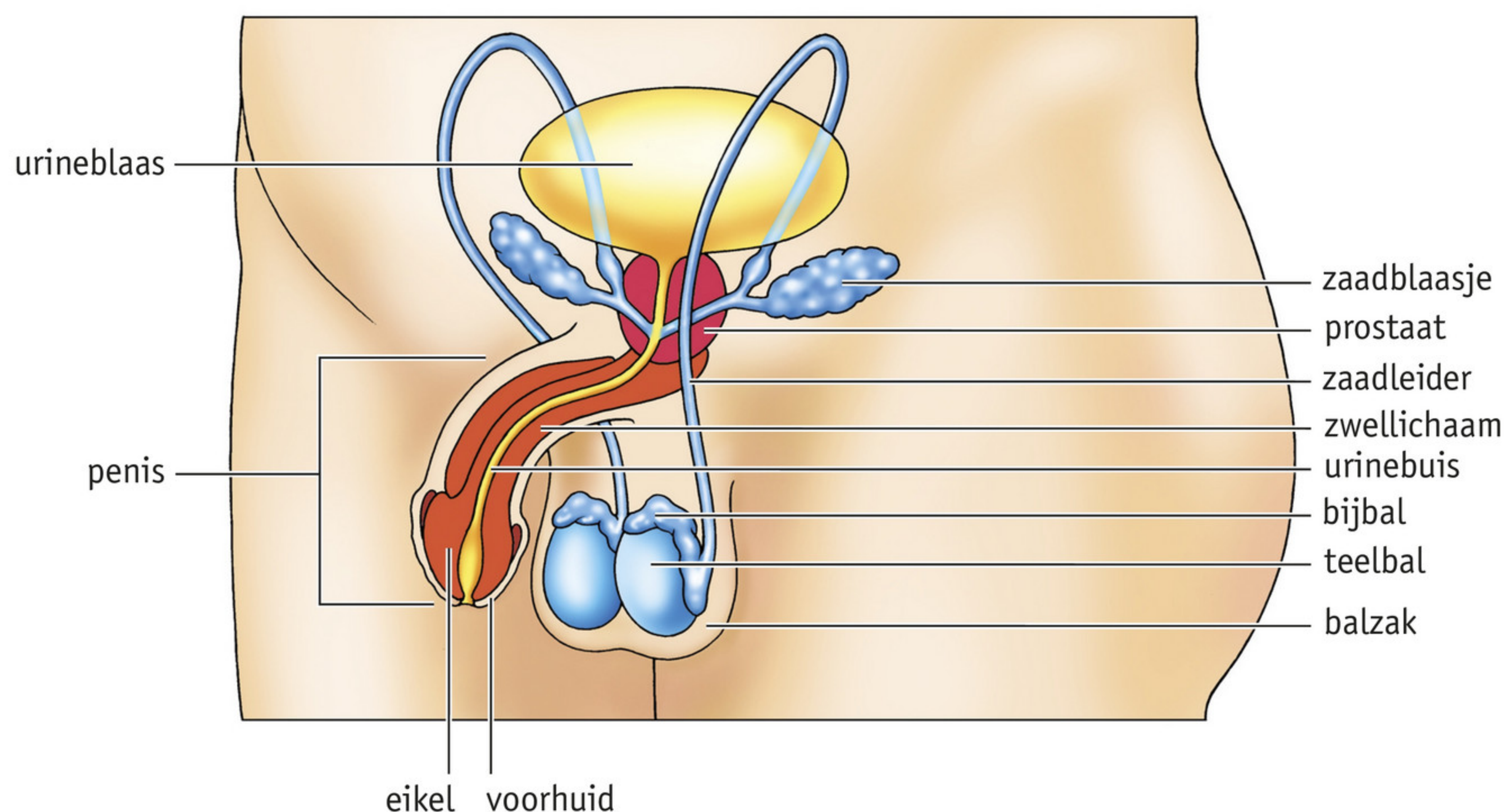
1 Het voortplantingsstelsel van een man

▼ **Afb. 1** Het mannelijk voortplantingsstelsel is maar gedeeltelijk zichtbaar.



Groot, klein, dik, dun, harig of onbehaard. Het is je vast wel eens opgevallen dat niemand er naakt hetzelfde uit ziet. Bij een naakte man is maar een gedeelte van het mannelijk voortplantingsorgaan zichtbaar (zie afbeelding 1). De rest van de voortplantingsorganen ligt in de onderbuik (zie afbeelding 2).

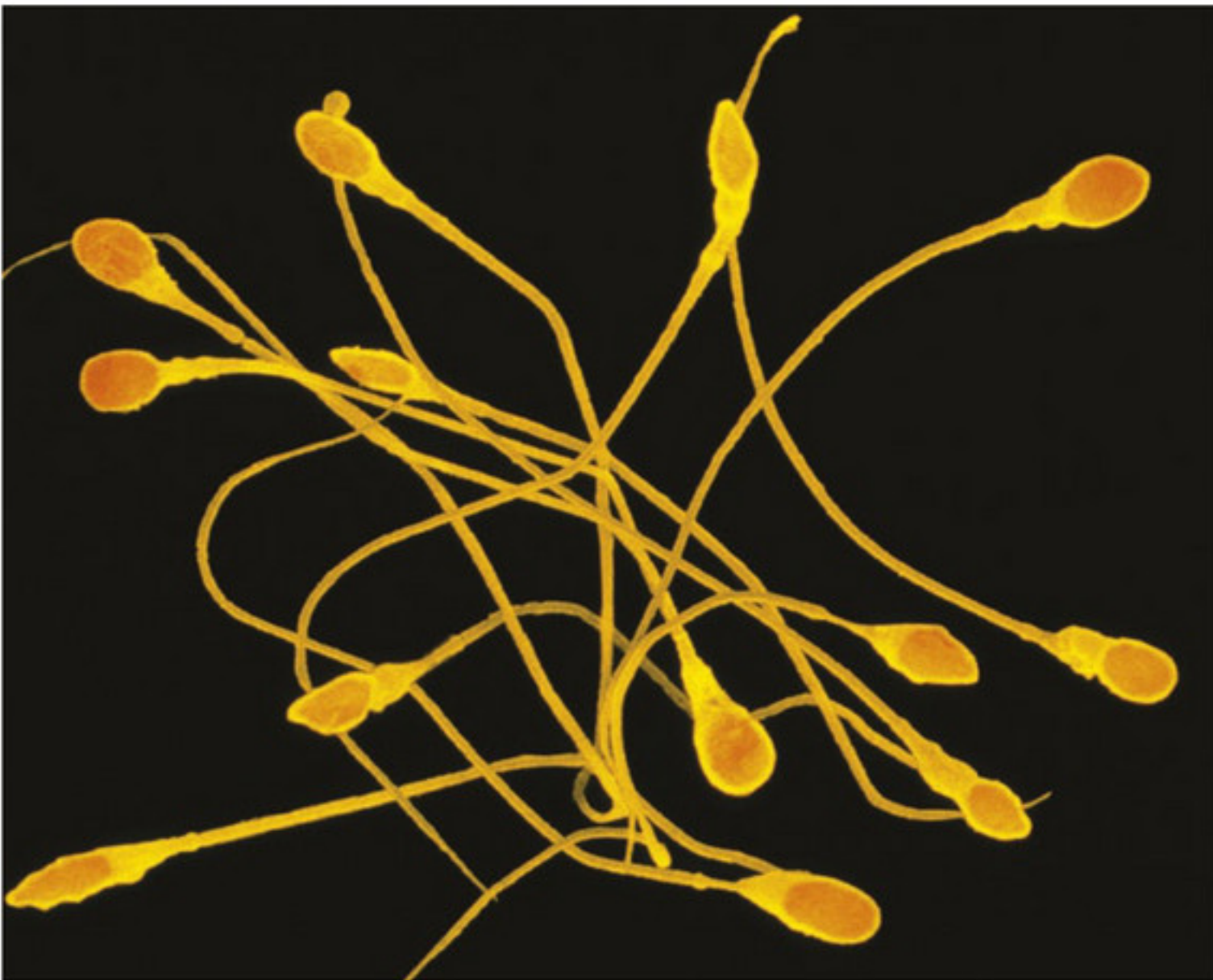
▼ **Afb. 2** Voortplantingsstelsel van een man (schematisch).



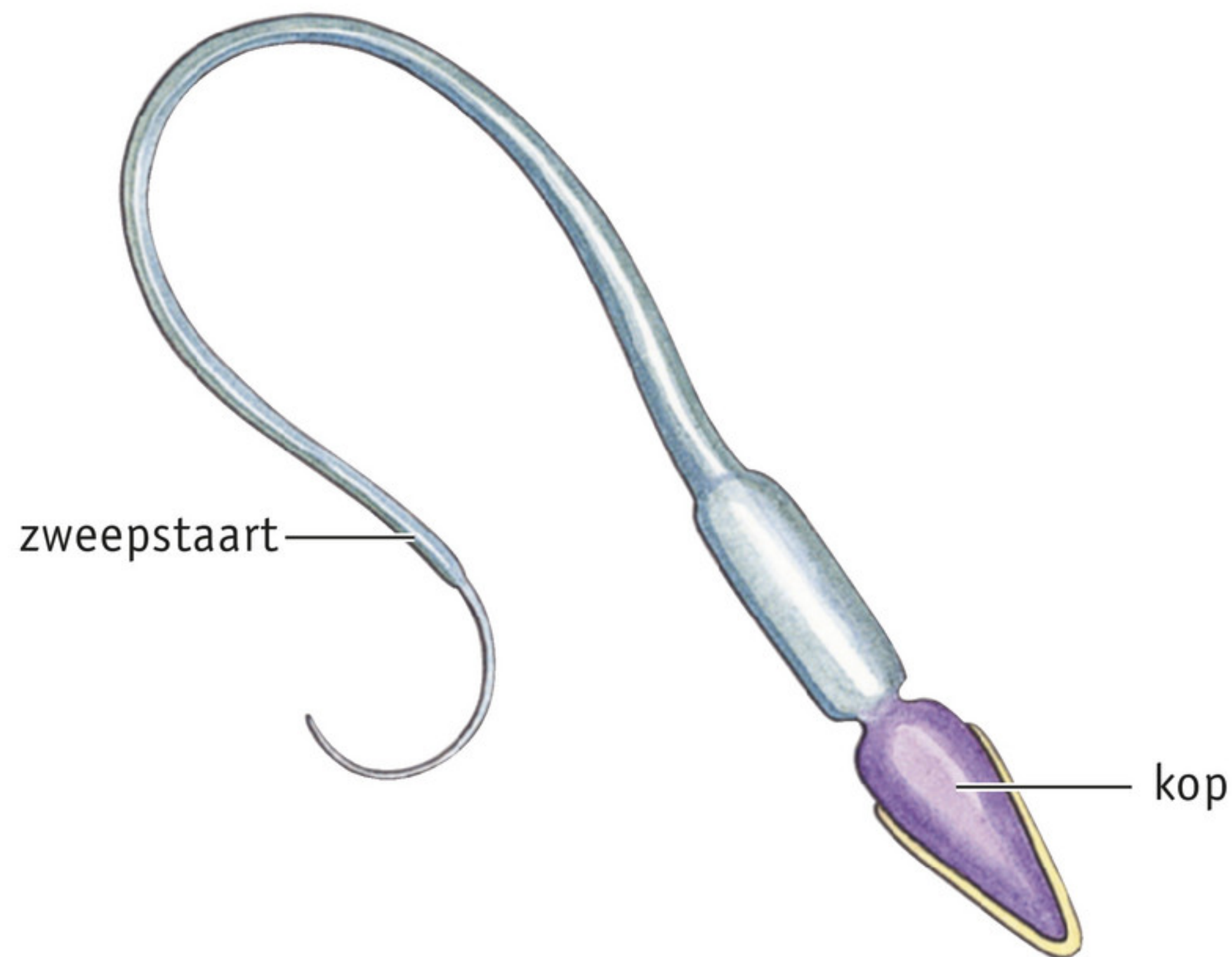
INWENDIGE GESLACHTSORGANEN

De **teelballen** (**zaadballen**) liggen in een huidplooi: de **balzak**. Elke dag maken de teelballen miljoenen zaadcellen. Dit doen ze vanaf de puberteit tot op hoge leeftijd. Zaadcellen kunnen zich door middel van een **zweepstaart** voortbewegen (zie afbeelding 3).

De zaadcellen worden tijdelijk opgeslagen in de **bijballen**. De **zaadleiders** vervoeren de zaadcellen richting de prostaat.

▼ **Afb. 3** Zaadcellen.

1 microscopische foto van zaadcellen (vergroting 2000x)



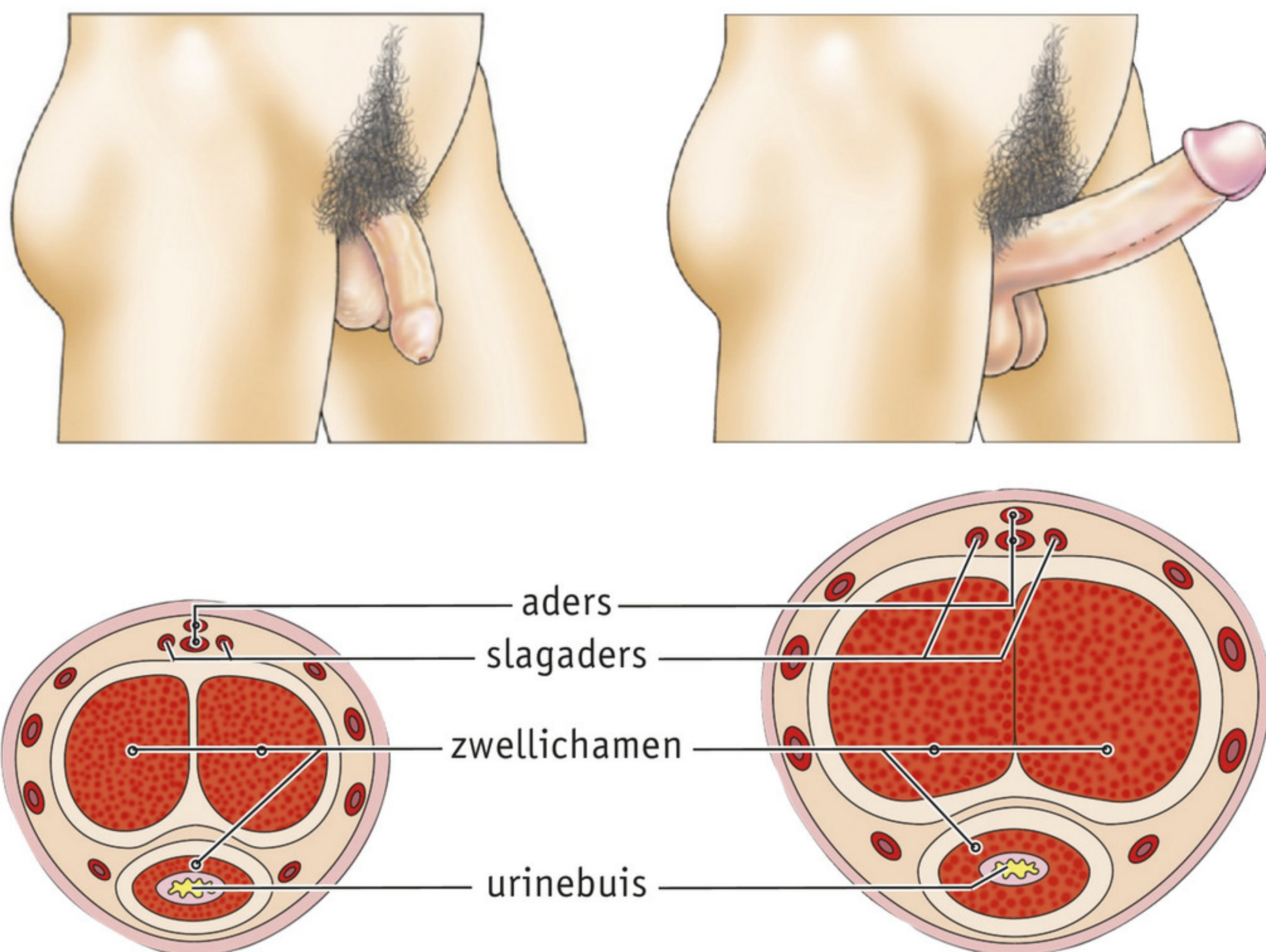
2 schematische tekening van een zaadcel

De **zaadblaasjes** en de **prostaat** voegen vocht toe aan de zaadcellen. Dankzij dit vocht kunnen de zaadcellen beter bewegen. Het vocht uit de zaadblaasjes bevat voedingsstoffen voor de zaadcellen. Zaadcellen zelf bevatten geen reservevoedsel. **Sperma** bestaat uit zaadcellen, voedingsstoffen en het vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat.

De zaadleiders komen uit in de urinebuis. De **urinebuis** voert urine af vanuit de urineblaas naar buiten het lichaam. Bij een **zaadlozing** komt sperma door de urinebuis naar buiten. Tijdens een zaadlozing verlaten 100 tot 400 miljoen zaadcellen het lichaam.

UITWENDIGE GESLACHTSORGANEN

De urinebuis loopt door de **penis**. In de penis zitten **zwellichamen**. Deze zwellichamen kunnen zich met bloed vullen. Daardoor wordt de penis groter en steviger (zie afbeelding 4). We noemen dat een **erectie**. Een erectie ontstaat onder invloed van seksuele prikkels, bijvoorbeeld door het strelen van de penis. De **eikel** is het gevoeligste deel van de penis.

► **Afb. 4** De penis (buitenaanzicht en dwarsdoorsnede).

1 in gewone toestand (slap)

2 in erectie

GESLACHTSGEMEENSCHAP

Bij **geslachtsgemeenschap** brengt een man zijn penis in de vagina van een vrouw. De penis is dan in erectie. Door bewegingen van man en vrouw wordt de penis in de vagina op en neer bewogen. De eikel wordt daardoor geprikkeld. Dit kan uiteindelijk leiden tot een zaadlozing.

Bij de zaadlozing komt het sperma met schokken uit de penis. Een zaadlozing geeft een lekker gevoel. We noemen dat **klaarkomen** of een **orgasme** hebben.

Een man kan ook klaarkomen door **masturbatie**. Hierbij beweegt hij met zijn hand de **voorhuid** over de eikel heen en weer.

Onder de voorhuid wordt vocht geproduceerd. Als dit vocht lang blijft zitten, gaat het ruiken. Het kan ontstekingen veroorzaken. Daarom is het belangrijk dat een man elke dag de voorhuid even terugtrekt en de eikel en de voorhuid met water afspoelt.

Joden en moslims worden om godsdienstige redenen besneden. Soms worden jongens en mannen om hygiënische redenen besneden. Bij een besnijdenis wordt de voorhuid weggesneden.

WB OPDRACHT 1 T/M 4 BLZ. 44

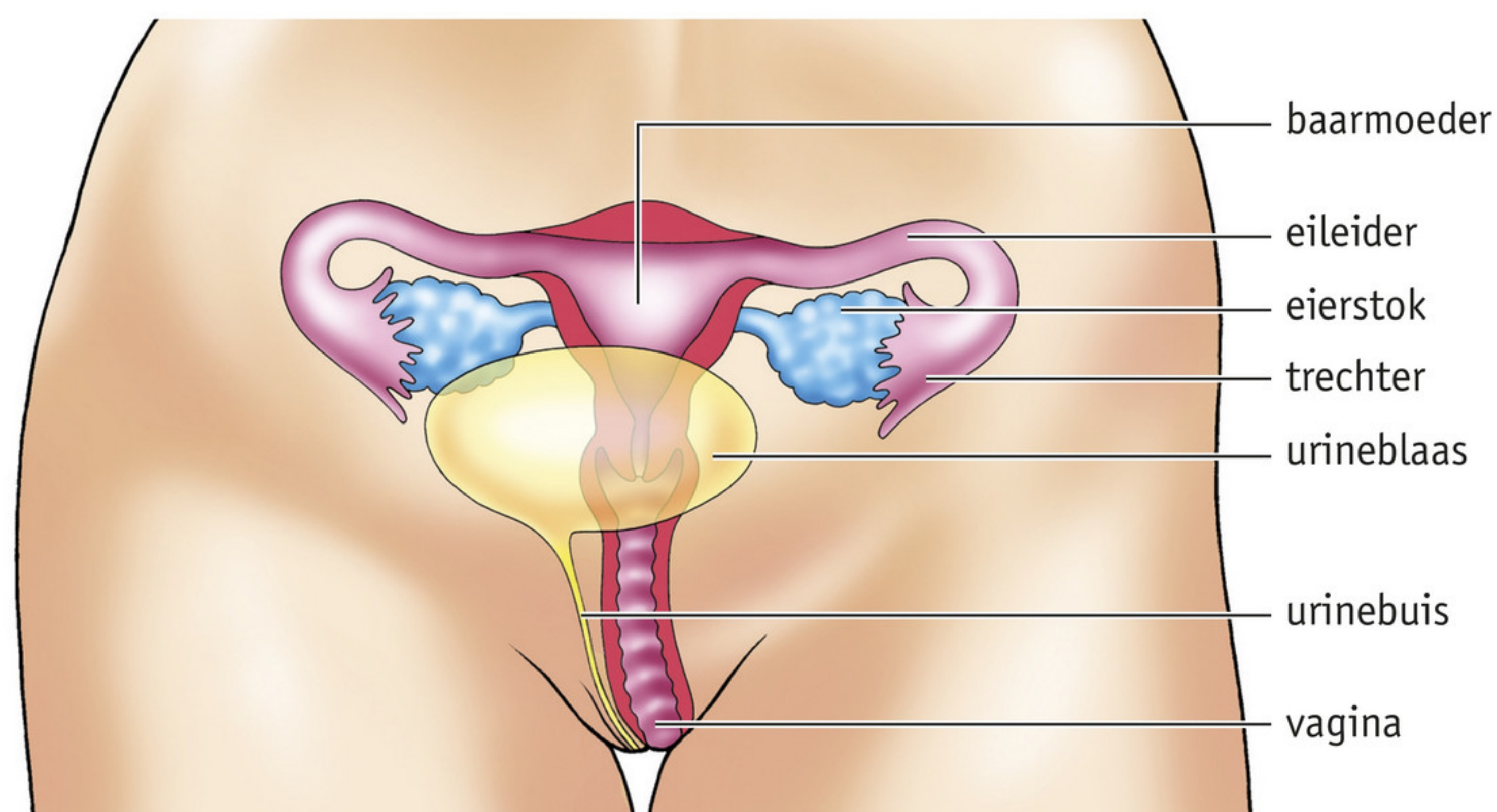
2 Het voortplantingsstelsel van een vrouw

▼ **Afb. 5** Van het voortplantingsstelsel van een vrouw is aan de buitenkant bijna niets te zien.



Van het voortplantingsstelsel is bij een naakte vrouw aan de buitenkant bijna niets te zien (zie afbeelding 5). Bij een vrouw liggen de meeste voortplantingsorganen in de onderbuik (zie afbeelding 6).

▼ **Afb. 6** Voortplantingsstelsel van een vrouw (schematisch).



INWENDIGE GESLACHTSORGANEN

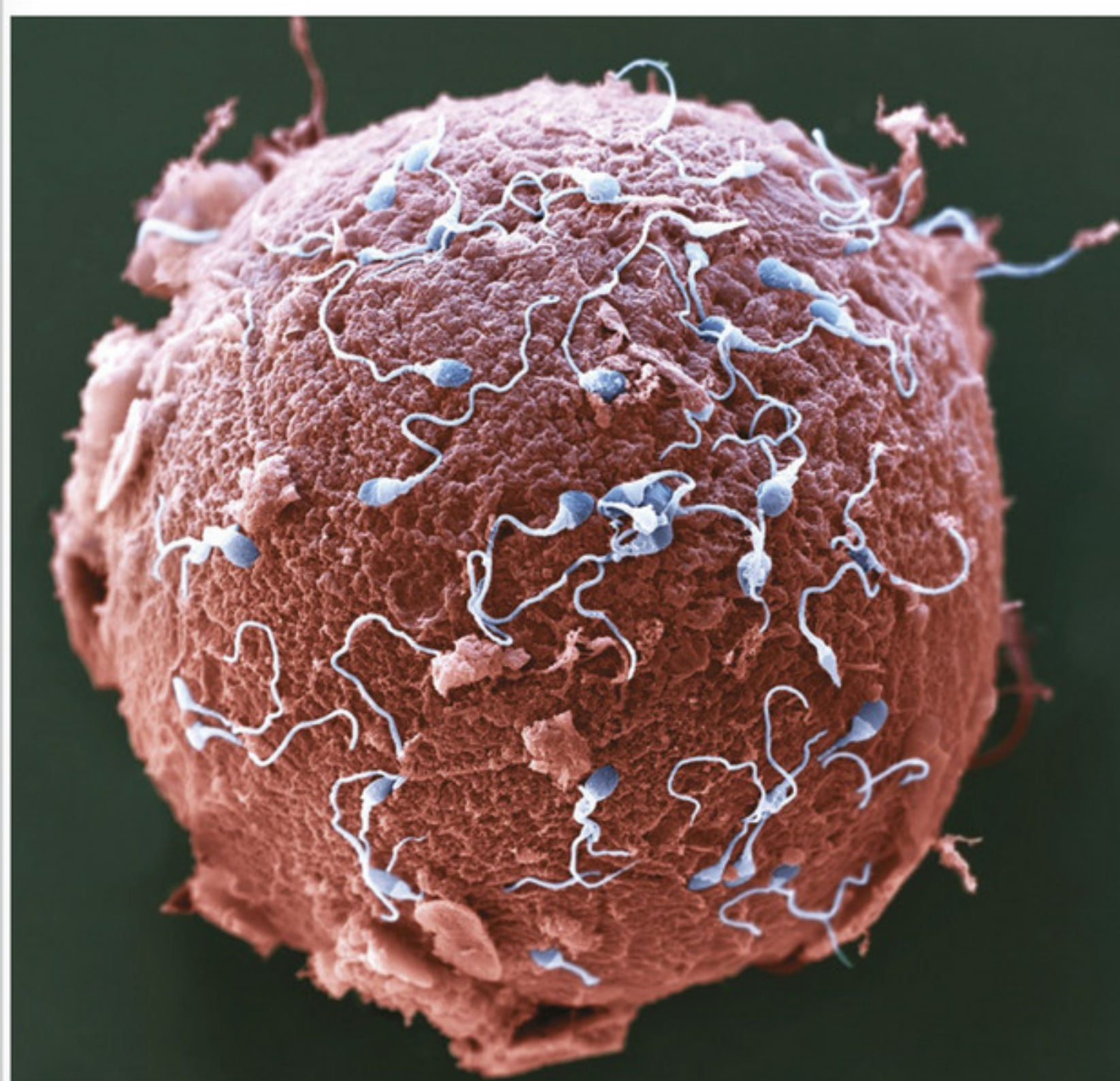
In de **eierstokken** vindt de ontwikkeling van de eicellen plaats. Een eikel is groot in vergelijking met een zaadcel (zie afbeelding 7). Dit komt doordat een eikel veel reservevoedsel bevat. Dit reservevoedsel is voor de eerste ontwikkeling van de bevruchte eikel. Een zaadcel bevat geen reservevoedsel.

Bij de geboorte zijn alle cellen die zich tot eikel kunnen ontwikkelen, al aanwezig. Enkele tienduizenden van deze cellen bevinden zich in rusttoestand in de eierstokken. Deze cellen zitten in blaasjes die uit meerdere cellen bestaan. Die blaasjes worden **follikels** genoemd. Eicellen komen vrij vanaf de puberteit tot aan de overgang. Bij de meeste vrouwen begint de overgang rond de 50-jarige leeftijd.

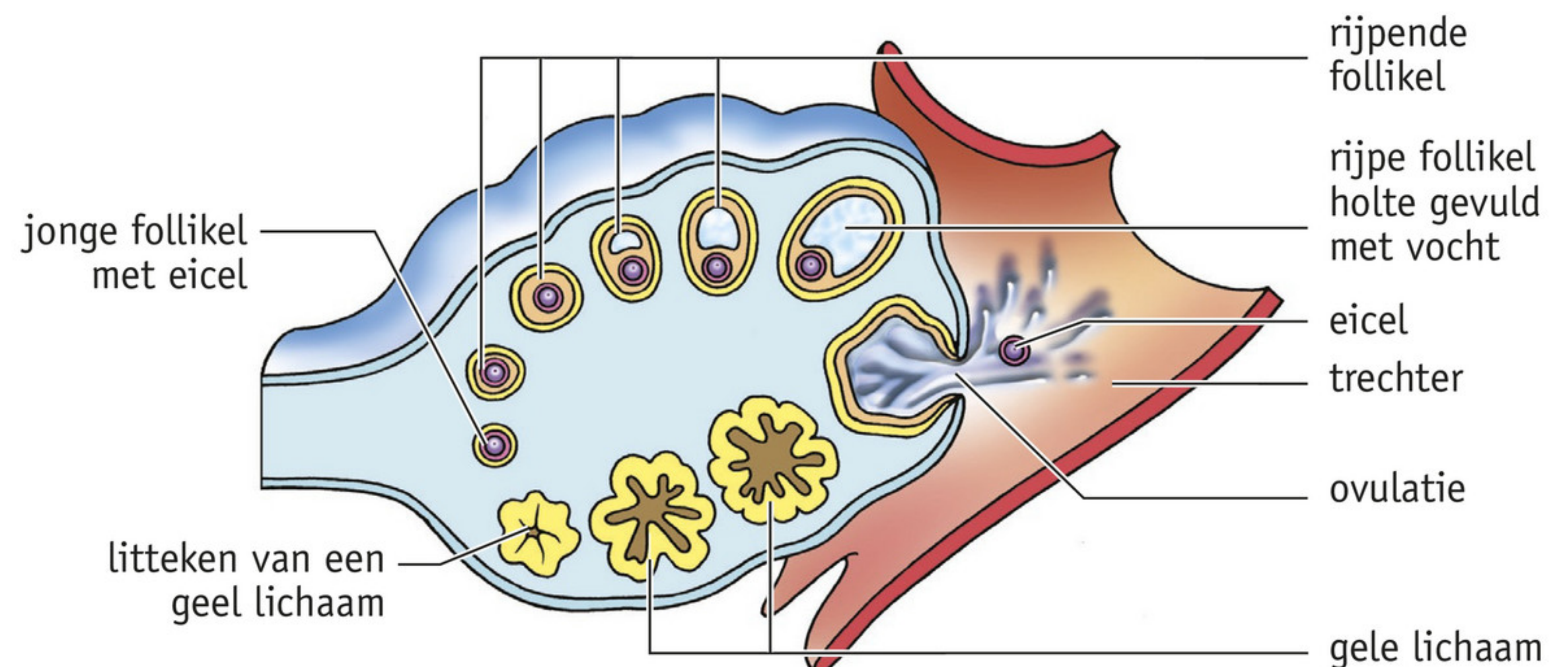
Een man produceert miljoenen zaadcellen per dag. Bij een vrouw komt gemiddeld maar één follikel per vier weken vrij. Een **rijpe follikel** neemt erg veel vocht op. Daardoor groeit hij en barst uiteindelijk open. Hierbij komt de eikel vrij (zie afbeelding 8). Dit heet de **ovulatie**. Een deel van de opengebarsten follikel blijft achter in de eierstok. Uit deze overblijfselen wordt het **gele lichaam** gevormd.

Het trechtervormige uiteinde van de **eileider** vangt de eikel op. Een eikel kan niet uit zichzelf bewegen. De eileiders vervoeren de eicellen richting de **baarmoeder**.

▼ **Afb. 7** Een eikel met zaadcellen.



- **Afb. 8** Ontwikkeling van een follikel in een eierstok (schematisch). Alle ontwikkelingsstadia zijn in één doorsnede weergegeven.



GESLACHTSGEMEENSCHAP

Bij geslachtsgemeenschap kan sperma in de **vagina (schede)** komen. De zaadcellen bewegen met behulp van hun zweepstaart in de richting van de baarmoeder en de eileiders. In een eileider kan één van de zaadcellen de eikel bevruchten.

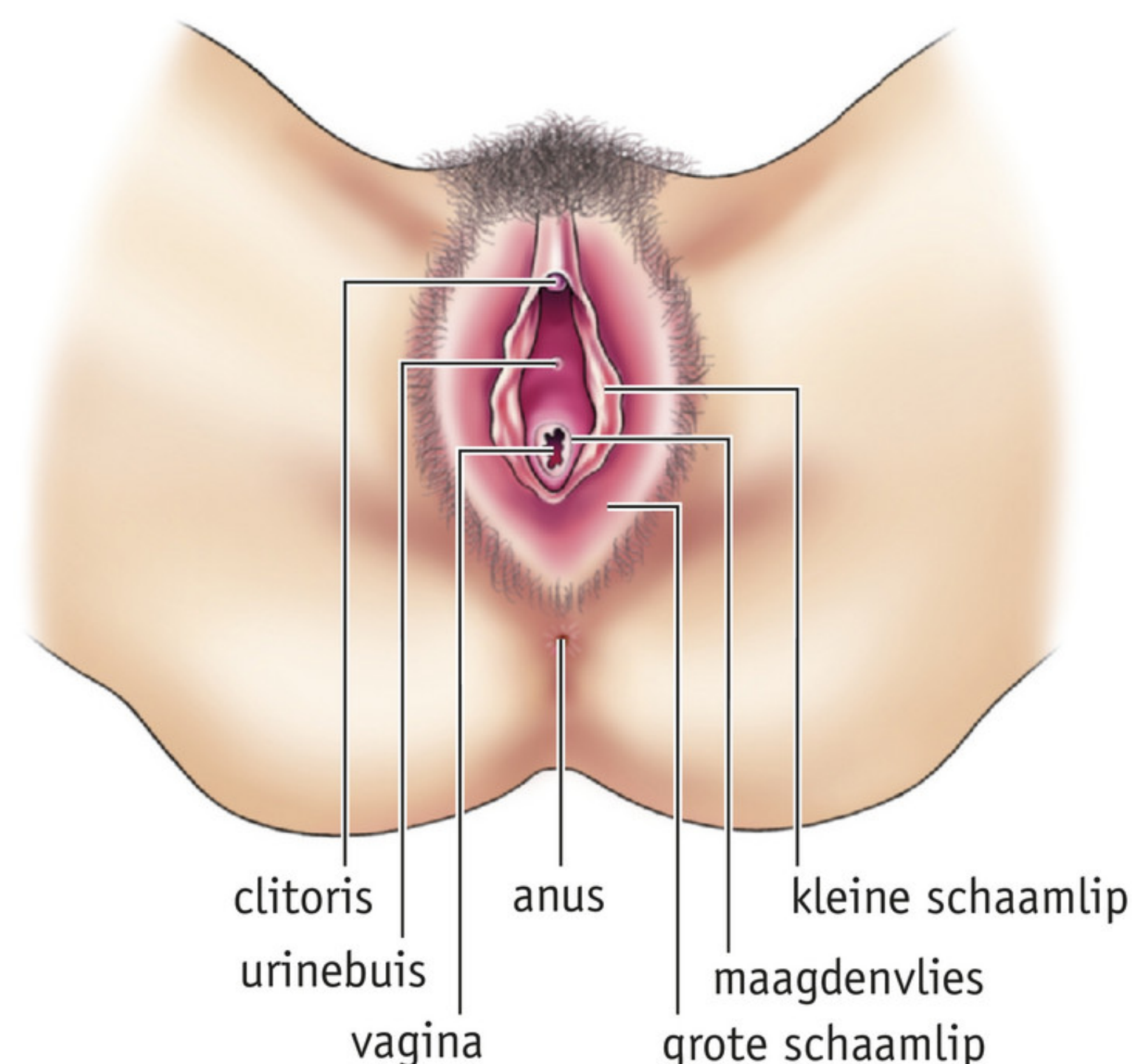
De wand van de baarmoeder bestaat uit een dikke laag spieren. Deze is aan de binnenkant met slijmvlies bekleed. In de baarmoeder ontwikkelt de bevruchte eikel zich tot een embryo.

UITWENDIGE GESLACHTSORGANEN

De meeste vrouwen krijgen een orgasme (komen klaar) door prikkeling van de **clitoris (kittelaar)**. Dit kan gebeuren door over de clitoris te wrijven. Bij zelfbevrediging doet een vrouw dat zelf. Bij veel vrouwen is de vagina niet zo gevoelig voor seksuele prikkels.

De clitoris ligt vooraan tussen de **kleine schaamlippen** (zie afbeelding 9). De urinebuis komt uit achter de clitoris. Via de wand van de kleine schaamlippen komt bij seksuele opwindning vocht vrij. Door dit **vaginale vocht** wordt de vagina gladder. Daardoor kan de penis beter de vagina binnendringen. De wand van de vagina is rekbaar. Bij de geboorte kan er zelfs een kind door! De wand van de vagina en de baarmoederhals scheiden een vloeistof af. Deze afscheiding kan uit de vagina komen en is witdoorzichtig en vloeibaar.

- **Afb. 9** Uitwendige voortplantingsorganen van een vrouw.



Om de kleine schaamlippen liggen de **grote schaamlippen**. Tussen de plooien kan slijm gaan zitten. Hierin kunnen bacteriën zich snel delen. Daardoor kunnen ontstekingen ontstaan. Het is daarom belangrijk elke dag de schaamlippen goed schoon te spoelen met water.

De vagina is aan de binnenkant bekleed met slijmvlies. Aan het begin van de vagina vormt dit slijmvlies een plooï. Deze slijmvliesplooï wordt het **maagdenvlies** genoemd (zie afbeelding 10). Bij de eerste geslachtsgemeenschap kan deze slijmvliesplooï wat inscheuren. Dat kan een beetje pijn doen en er kan een kleine bloeding bij optreden. Maar dit is lang niet bij alle vrouwen het geval.

WB OPDRACHT 5 T/M 11 BLZ. 48

▼ Afb. 10

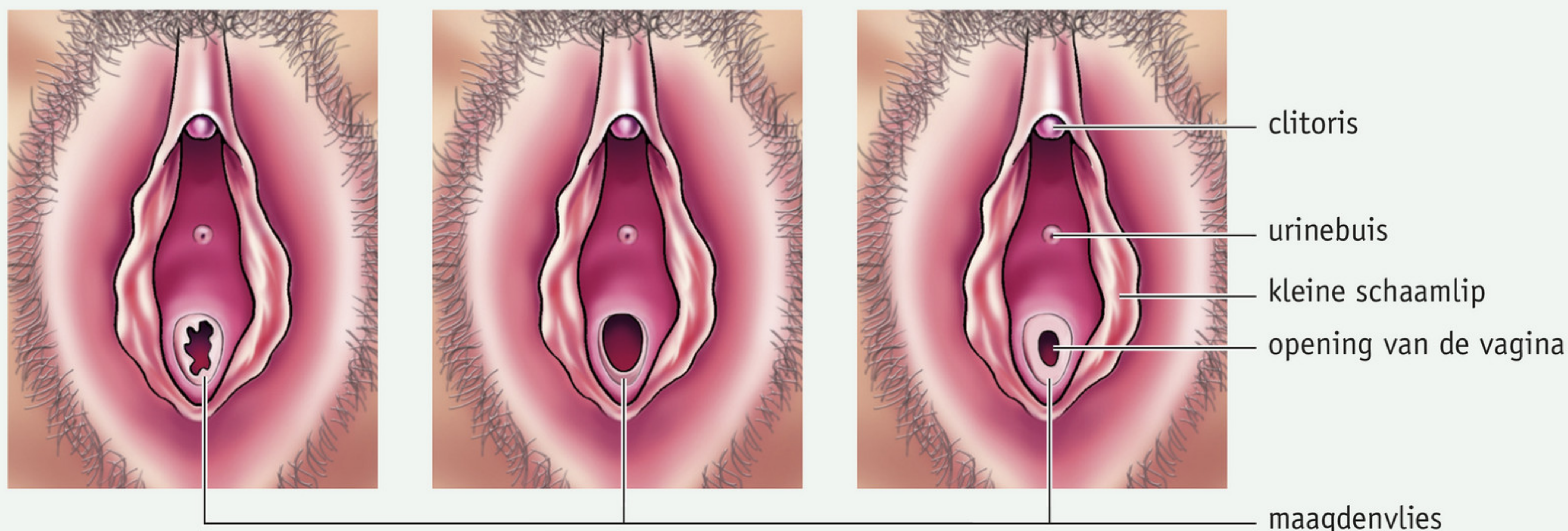
Het maagdenvlies

Trouwen met een gescheurd maagdenvlies? In sommige culturen wordt daar schande van gesproken. Een vrouw hoort dan als maagd het huwelijk in te gaan. Een intact maagdenvlies wordt als bewijs gezien dat een vrouw geen seks voor het huwelijk heeft gehad. Maar is dat bewijs wel zo betrouwbaar?

Het maagdenvlies is een slijmvliesplooï aan het begin van de vagina. Het kan verschillend van vorm zijn (zie de afbeelding). Sommige meisjes worden zelfs zonder maagdenvlies geboren.

Het maagdenvlies is dus geen dicht vlies, zoals sommige mensen denken. Ook denken sommigen dat bij de eerste

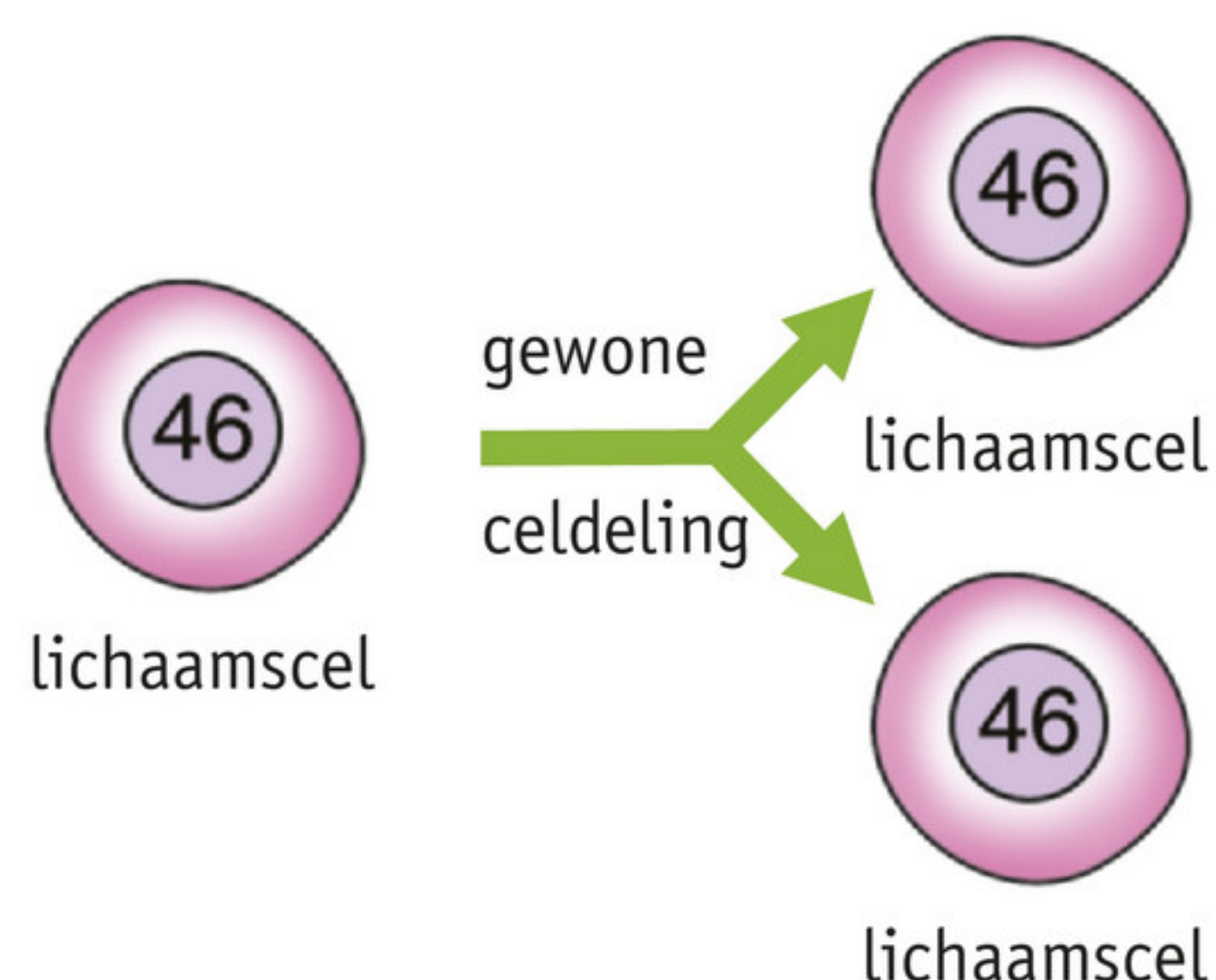
geslachtsgemeenschap de penis het maagdenvlies moet doorboren en dat er daarbij altijd een bloeding optreedt. Maar de meeste meisjes en vrouwen bloeden niet tijdens de eerste keer dat zij geslachtsgemeenschap hebben. Vooral niet als ze ontspannen zijn en voldoende tijd nemen voor het vrijen. De opening in het maagdenvlies is dan groot genoeg om de penis door te laten. De vagina is dan vochtig en glad, zodat er geen weefsel beschadigt. Je kunt aan het maagdenvlies dus niet zien of een vrouw nog maagd is.



Het maagdenvlies is een slijmvliesplooï rondom de vaginaopening. Het kan verschillend van vorm zijn.

3 Reductiedeling

▼ **Afb. 11** Vorming van lichaamscellen bij de mens (schematisch). Het aantal chromosomen blijft 46 na celdeling.



Als je in de spiegel naar jezelf kijkt, zie je dat je gedeeltelijk op je vader en gedeeltelijk op je moeder lijkt. Dit komt doordat je zowel van je vader als van je moeder eigenschappen hebt gekregen.

GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

We planten ons **geslachtelijk** voort. Daarom zijn voor de voortplanting twee mensen nodig: een man en een vrouw. Bij de **bevruchting** smelten de kern van de eicel en de zaadcel samen. Na het samensmelten ontstaat een bevruchte eicel.

In thema 1 Organen en cellen heb je geleerd dat in een cel van een mens 46 chromosomen voorkomen. In een bevruchte eicel komen 46 chromosomen voor. Deze chromosomen komen voor in paren. Er komen dus 23 paar chromosomen voor in de bevruchte eicel. De ene helft van zo'n chromosomenpaar is afkomstig van de moeder en de andere helft van de vader (zie afbeelding 11).

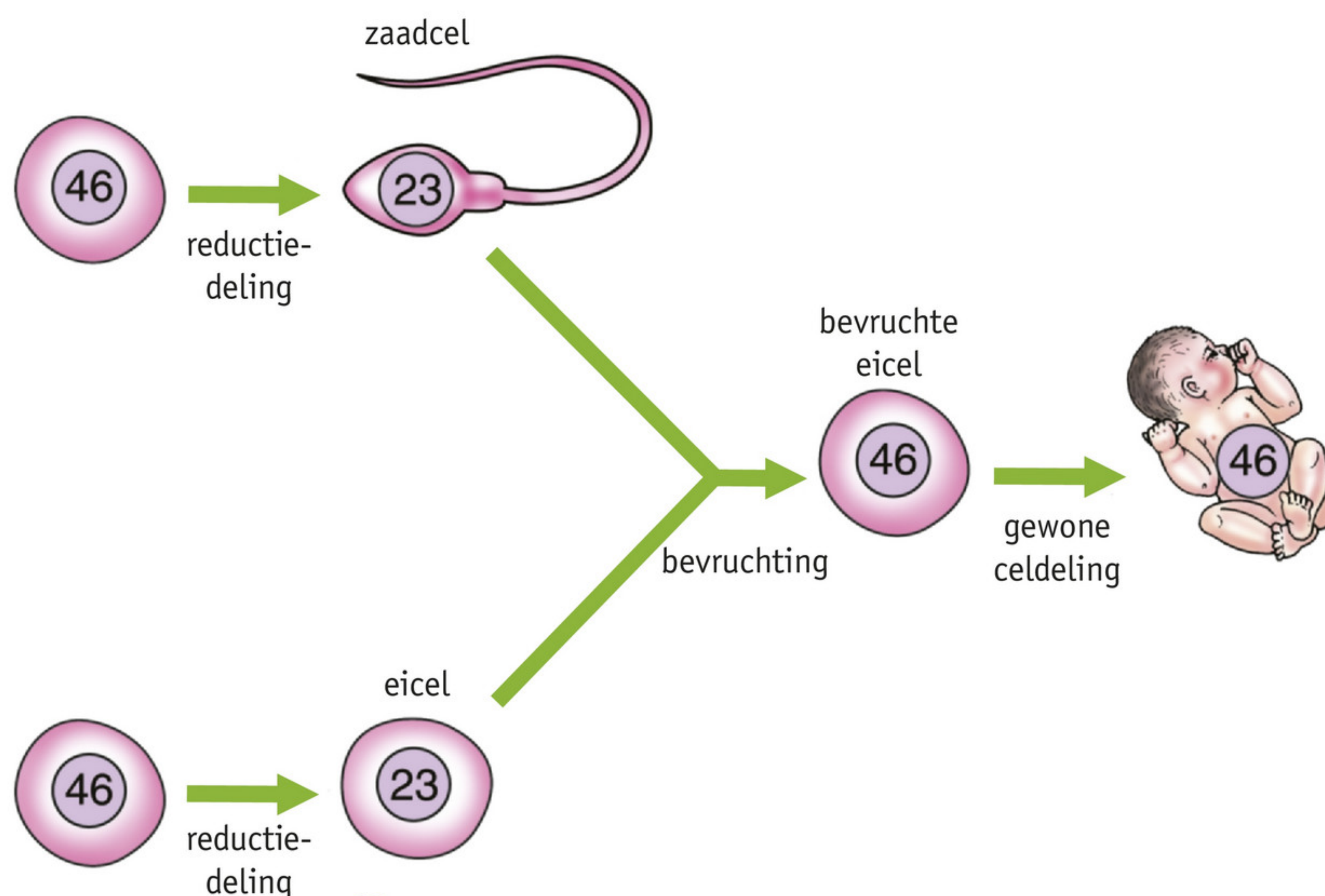
GEWONE CELDELING (MITOSE)

Door **gewone celdeling** (**mitose**) ontstaan nieuwe lichaamscellen. Hierbij heeft elke nieuwe cel evenveel chromosomen als de cel waaruit deze is ontstaan. Door mitose kan de bevruchte eicel uitgroeien tot een baby, en de baby tot een volwassen mens. Elke nieuwe lichaamscel die ontstaat, heeft 46 chromosomen.

REDUCTIEDELING (MEIOSE)

Er bestaat één soort cellen met een bijzonder aantal chromosomen: de **geslachtscellen**. Zaadcellen en eicellen zijn de geslachtscellen. Ze hebben maar 23 chromosomen. Dit komt doordat geslachtscellen ontstaan na een **reductiedeling**. Deze deling wordt ook wel **meiose** genoemd. Reductie betekent vermindering. Geslachtscellen bevatten van elk chromosomenpaar maar één chromosoom (zie afbeelding 12).

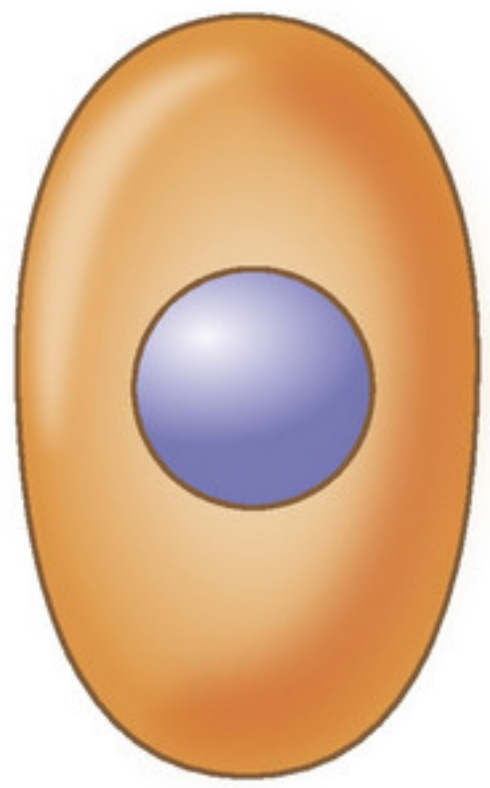
► **Afb. 12** Vorming van geslachtscellen bij de mens en bevruchting (schematisch). Een geslachtscel bevat 23 chromosomen. Door bevruchting ontstaat een bevruchte eicel met 46 chromosomen.



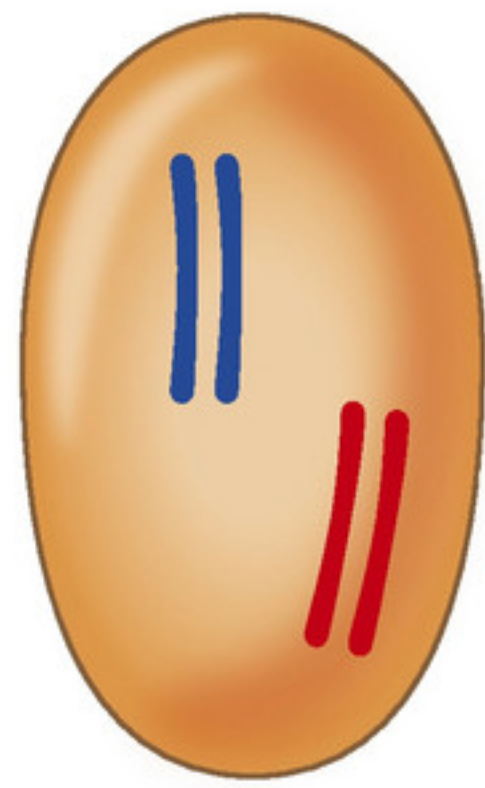
Een reductiedeling verloopt in fasen, net als een gewone celdeling. Dit kun je zien in afbeelding 13. In dit voorbeeld is een organisme getekend met twee paar chromosomen in elke lichaamscel. Het ene paar is rood gekleurd, het andere paar blauw.

WB OPDRACHT 12 T/M 18 BLZ. 52

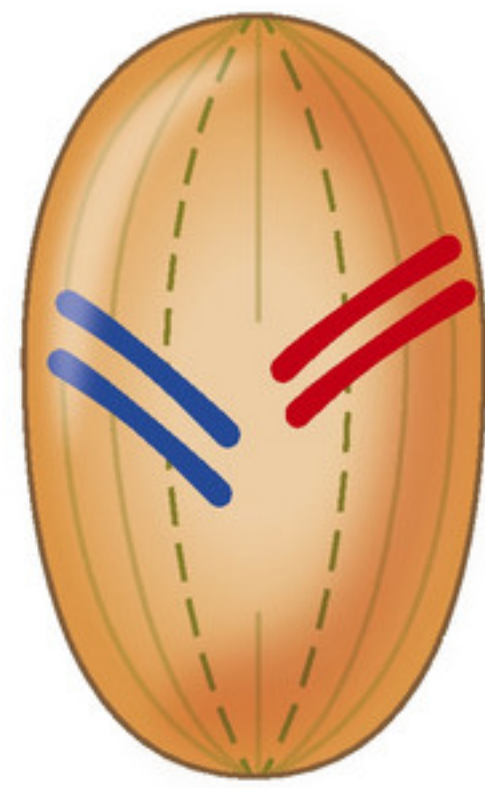
▼ **Afb. 13** Verloop van reductiedeling bij een man (schematisch).



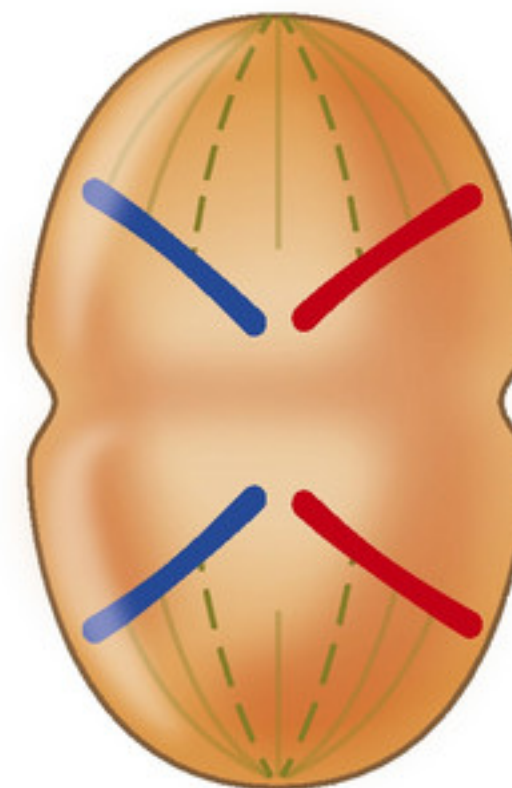
1 Teelbalcel waaruit de zaadcellen ontstaan. De chromosomen zijn niet zichtbaar. Alle chromosomen zijn in paren aanwezig.



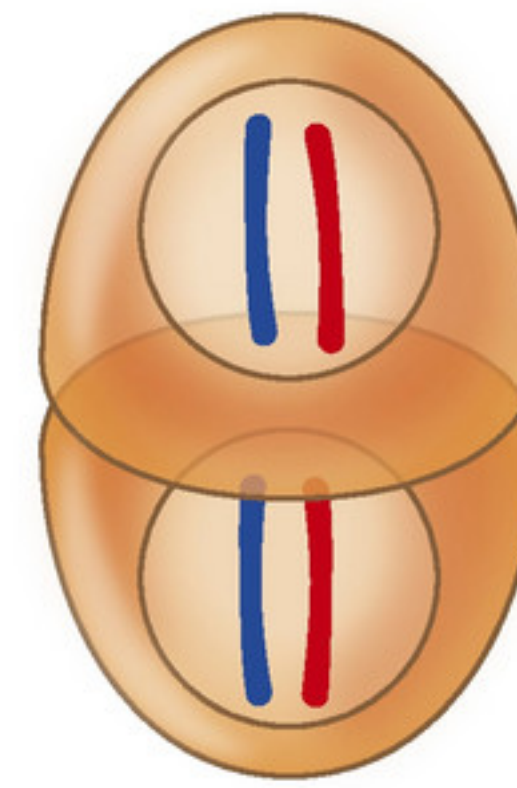
2 De chromosomen worden zichtbaar. Het kernmembraan verdwijnt.



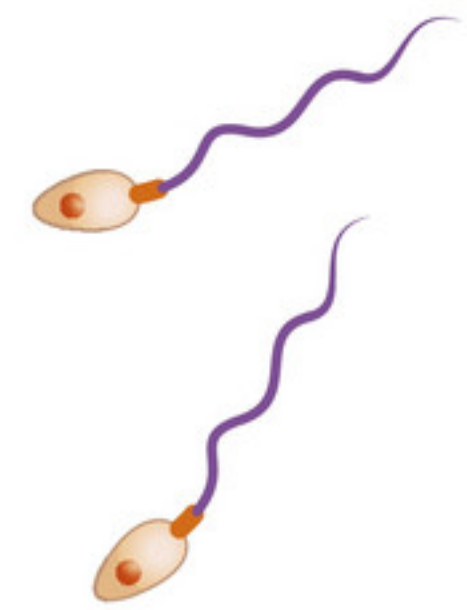
3 De chromosomen van een paar liggen tegenover elkaar in het midden van de cel.



4 De chromosomen van elk paar gaan uit elkaar.



5 Er ontstaan twee nieuwe cellen met hun eigen kern. Per cel komt elk chromosoom enkelvoudig voor.



6 Uit elke cel ontwikkelt zich een zaadcel.

4 Geslachtskenmerken, hormonen en de menstruatiecyclus

Als een baby wordt geboren, zie je meteen of het een jongetje of een meisje is (zie afbeelding 14). Jongetjes hebben een penis en een balzak en meisjes een vagina. Dit zijn de primaire geslachtskenmerken.

► **Afb. 14** Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.



GESLACHTSKENMERKEN

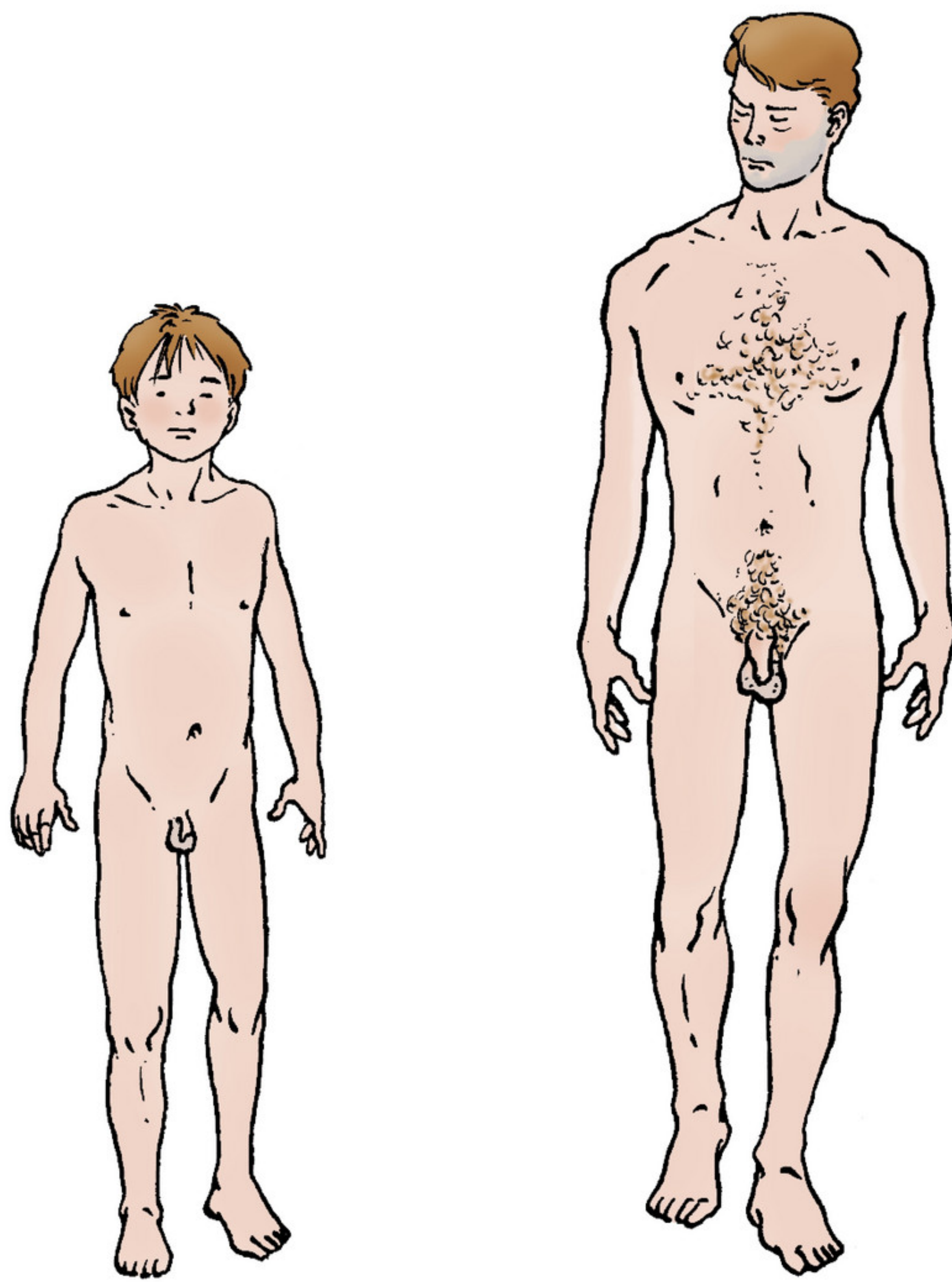
Primaire geslachtskenmerken zijn vanaf de geboorte zichtbaar. Ze zorgen ervoor dat je kunt zien of iemand een jongen of een meisje is. In de puberteit worden de verschillen tussen jongens en meisjes steeds groter.

Tussen een volwassen man en vrouw zijn er duidelijke verschillen. De uiterlijke verschillen die ontstaan tijdens de puberteit, noemen we **secundaire geslachtskenmerken**. Een jongen krijgt bijvoorbeeld baardgroei in de puberteit. Hij wordt gespierder en zijn stem wordt lager. Bij een meisje beginnen de borsten te groeien. Haar heupen worden vaak breder en haar lichaamsvormen ronder (zie afbeelding 15 en 16).

Bij zowel jongens als meisjes begint in de puberteit haar te groeien onder de oksels (okselhaar) en rond de geslachtorganen (schaamhaar).

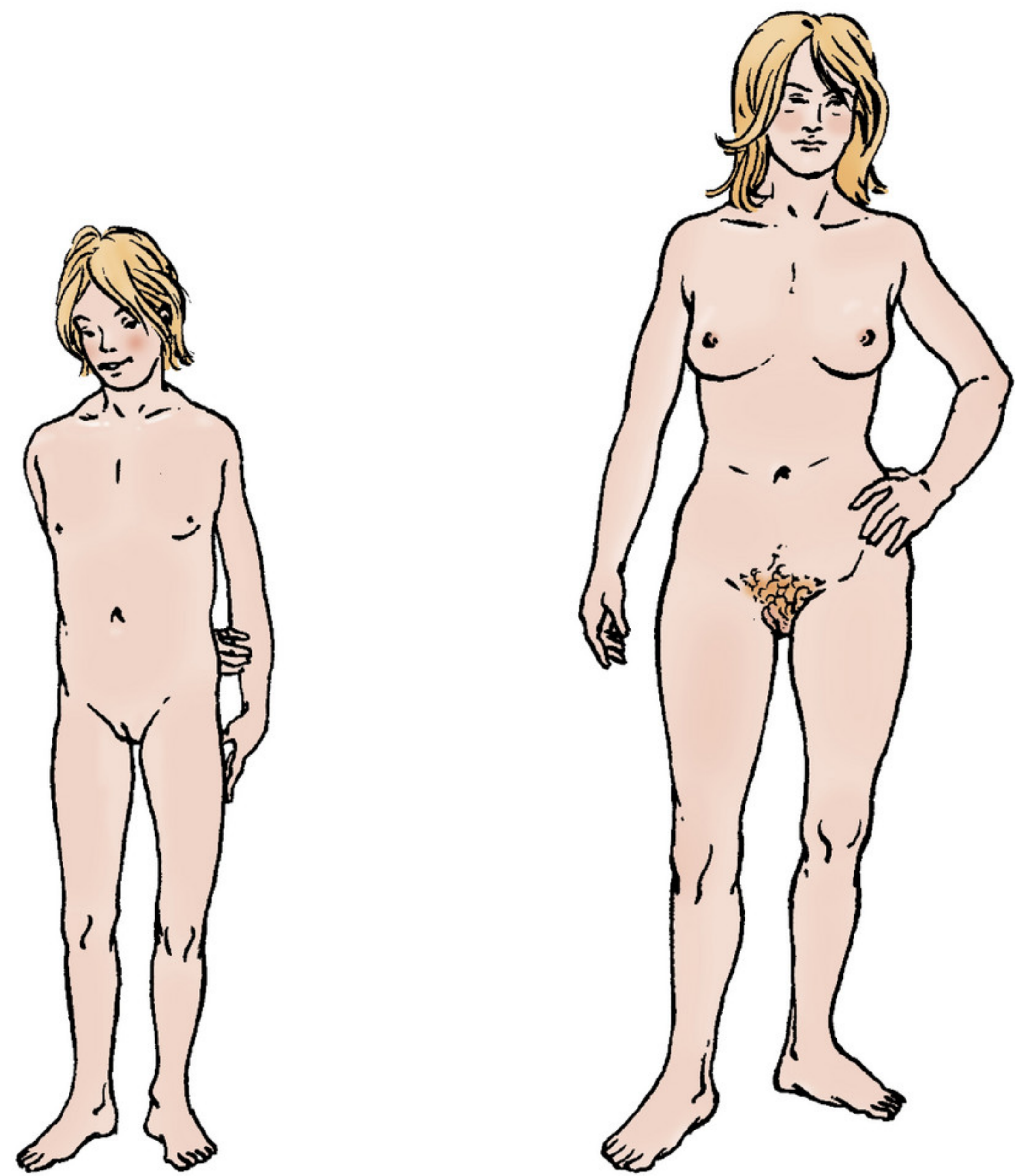
HORMONEN

Hormonen regelen allerlei processen in je lichaam. Ook de voortplanting wordt geregeld door hormonen. Ze zorgen er bijvoorbeeld voor dat je in de puberteit vruchtbaar wordt.

▼ **Afb. 15** Geslachtskenmerken bij jongens en mannen.

1 primaire geslachtskenmerken bij een jongen

2 secundaire geslachtskenmerken bij een man

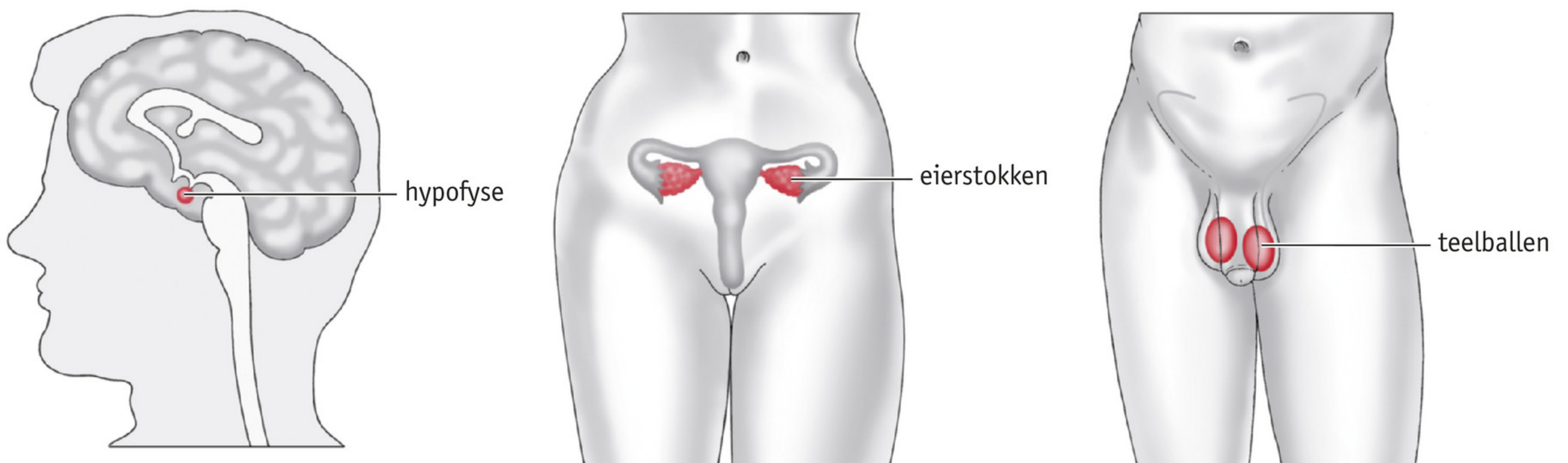
▼ **Afb. 16** Geslachtskenmerken bij meisjes en vrouwen.

1 primaire geslachtskenmerken bij een meisje

2 secundaire geslachtskenmerken bij een vrouw

Hormonen worden geproduceerd door **hormoonklieren**. De hormoonklieren geven de hormonen af aan het bloed. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht.

Een belangrijke hormoonklier is de **hypofyse**. Deze ligt tegen de onderzijde van de hersenen aan. De eierstokken en teelballen zijn ook hormoonklieren (zie afbeelding 17).

▼ **Afb. 17** De ligging van enkele hormoonklieren.

1 hypofyse

2 eierstokken

3 teelballen

De hypofyse produceert vanaf de puberteit hormonen die de werking van de teelballen en eierstokken regelen. Bij jongens gaan hierdoor de teelballen zaadcellen produceren. Ook zorgen ze ervoor dat de teelballen **mannelijke geslachtshormonen** gaan maken, zoals testosteron. **Testosteron** zorgt voor de secundaire geslachtskenmerken van een man.

Bij meisjes zorgen de hormonen van de hypofyse ervoor dat in de eierstokken follikels rijpen en dat er ovulatie optreedt. Ook zorgen ze ervoor dat de eierstokken **vrouwelijke geslachtshormonen (oestrogenen)** produceren. Oestrogenen zorgen voor de secundaire geslachtskenmerken van een vrouw.

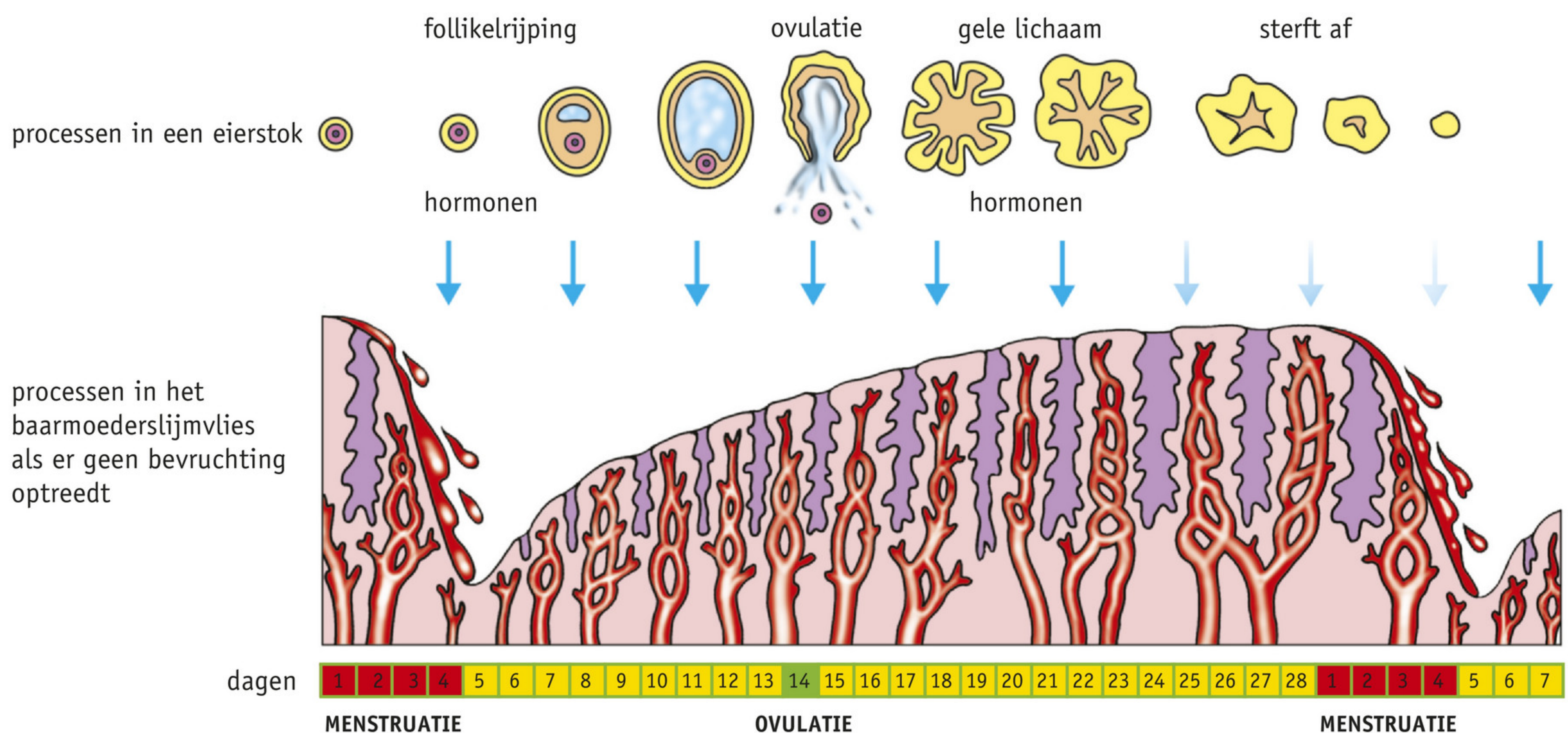
MENSTRUATIECYCLUS

Hormonen regelen ook wanneer een vrouw ongesteld is. De **menstruatiecyclus** bestaat uit een aantal processen dat zich herhaalt. Eén cyclus duurt gemiddeld vier weken. Als er geen bevruchting plaatsvindt, wordt een vrouw elke vier weken ongesteld.

De cyclus start op de eerste dag van de menstruatie. In de eerste twee weken zorgen hypofysehormonen ervoor dat er follikels rijpen in de eierstokken. Cellen uit de wand van de rijpende follikels produceren oestrogenen. Onder invloed van deze oestrogenen wordt het baarmoederslijmvlies dikker. Er worden veel bloedvaten in aangelegd (zie afbeelding 18).

In de eierstokken rijpt een van de follikels sneller dan de andere. Deze follikel neemt veel vocht op, waardoor de follikel openbarst. Er treedt ovulatie op. Dit gebeurt meestal rondom de veertiende dag van de menstruatiecyclus. Een eikel blijft na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven. Als de eikel niet wordt bevrucht, sterft hij af in de eileiders. Daarna wordt hij opgenomen in het bloed.

▼ **Afb. 18** Verband tussen de processen in een eierstok en de processen in het baarmoederslijmvlies, als er geen bevruchting optreedt (schematisch).



Na de ovulatie blijft de opengebarsten follikel achter in de eierstokken. De achtergebleven resten vormen het **gele lichaam**. De cellen van het gele lichaam produceren hormonen. Deze hormonen zorgen ervoor dat het baarmoederslijmvlies nog dikker wordt. De klieren in het baarmoederslijmvlies gaan stoffen afscheiden. Deze stoffen kunnen worden gebruikt als voedsel voor een embryo. Het baarmoederslijmvlies is nu voorbereid op de komst van een embryo.

Als de eicel niet wordt bevrucht, begint het gele lichaam af te sterven. Het stervende gele lichaam produceert te weinig hormonen. Het baarmoederslijmvlies wordt daardoor gedeeltelijk afgestoten (zie afbeelding 18). Hierbij komt bloed vrij. Het slijmvlies wordt met slijm en bloed via de vagina uit het lichaam verwijderd. Dit is de **menstruatie** of **ongesteld** zijn.

Gemiddeld duurt de menstruatie ongeveer een week. Bij sommige vrouwen zijn het drie dagen, bij andere vrouwen kan het meer dan een week duren. Tijdens de menstruatie heeft de vrouw vaak last van buikkrampen. Dat komt doordat de spierlaag van de baarmoederwand samentrekt. Door deze samentrekkingen worden de stukjes baarmoederslijmvlies, slijm en bloed afgevoerd.

Gemiddeld twee weken na de ovulatie is weer de eerste dag van de menstruatie. De menstruatiecyclus begint weer opnieuw.

Er zijn maar weinig vrouwen die precies elke vier weken ongesteld worden. Vaak is de menstruatiecyclus onregelmatig. Dat betekent dat de ene cyclus langer duurt dan de andere. Soms komt de volgende menstruatie al na drie weken. Het kan ook vijf weken duren of langer. Vooral de eerste jaren kan de cyclus onregelmatig zijn. Bij een onregelmatige cyclus is het ook moeilijk te voorspellen wanneer de ovulatie plaatsvindt.

WB OPDRACHT 19 T/M 25 BLZ. 56

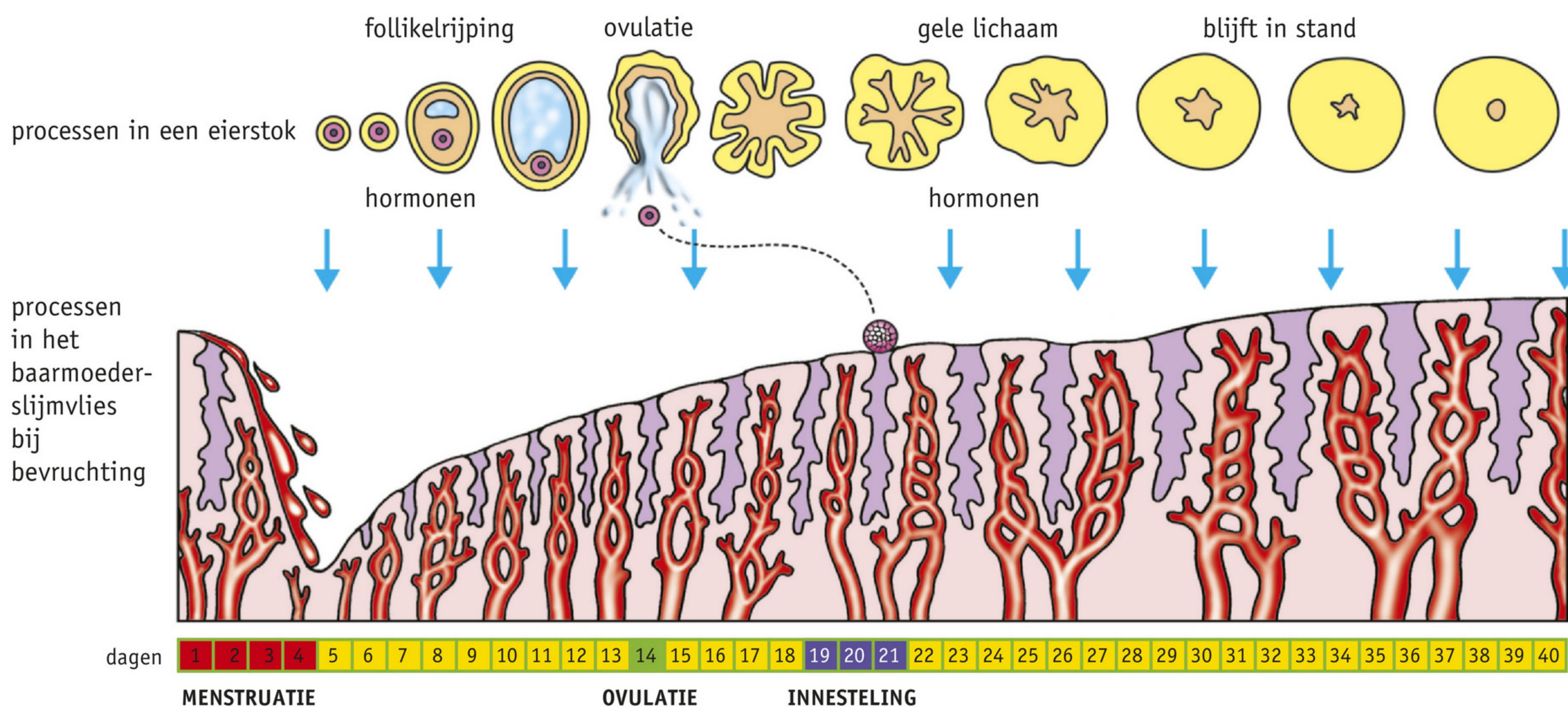
5 Bevruchting en embryonale ontwikkeling

Je kent ze vast wel, scènes uit films of series waarin vrouwen gestrest zijn: ze zijn 'over tijd'. De menstruatie die ze hadden verwacht, komt niet. Als een eikel niet wordt bevrucht, word je gemiddeld elke vier weken ongesteld. Bij een bevruchting van de eikel blijft de menstruatie weg. Het wegblijven van de menstruatie kan dus een teken zijn van zwangerschap. De menstruatie kan ook door andere oorzaken later zijn, bijvoorbeeld door stress of extreem afvallen.

BEVRUCHTING

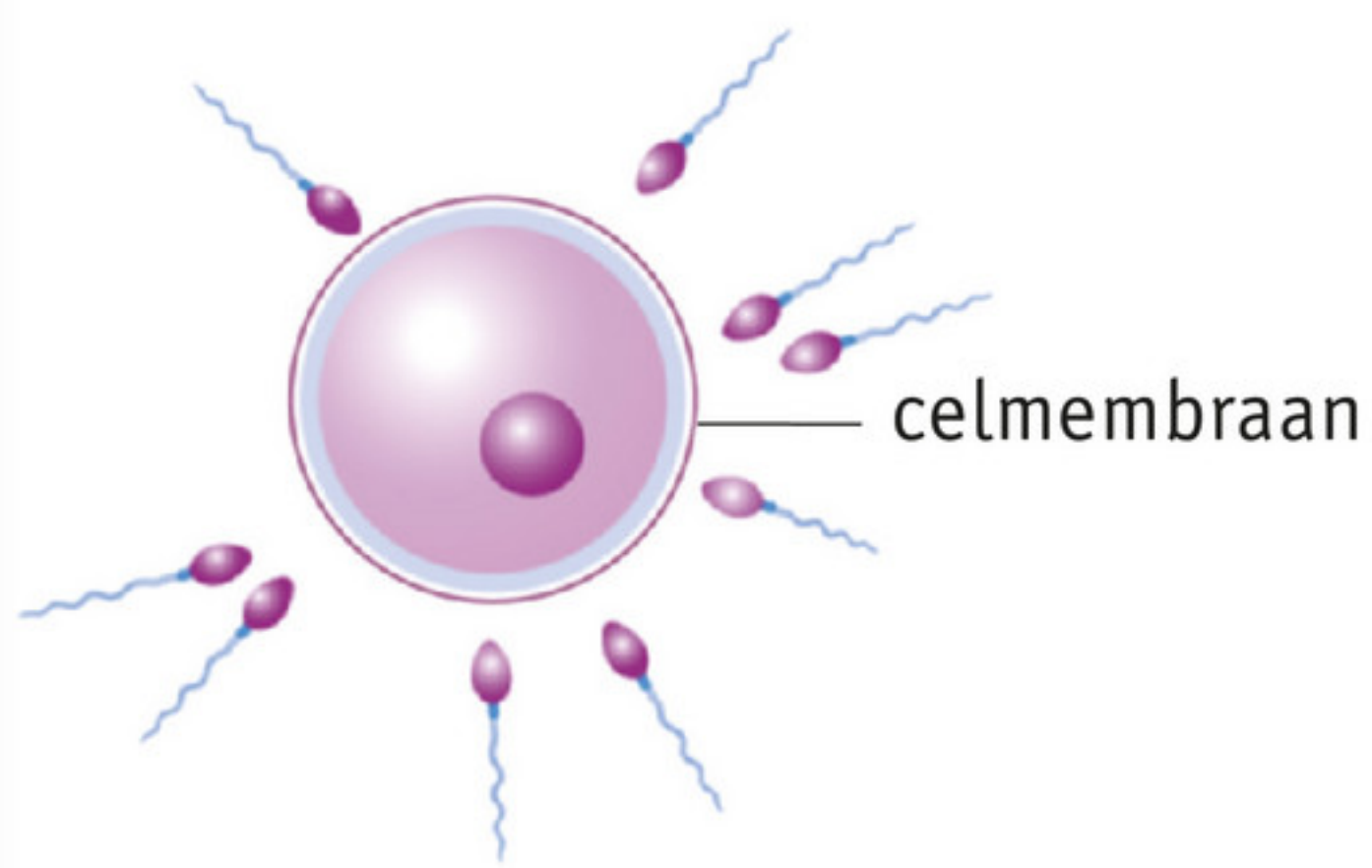
Als de eikel wordt bevrucht, sterft het gele lichaam niet af. Het gele lichaam blijft dan voldoende hormonen produceren. Dit zorgt ervoor dat het baarmoederslijmvlies dik en goed doorbloed blijft. Het baarmoederslijmvlies wordt niet afgestoten. Er is geen menstruatie (zie afbeelding 19).

▼ **Afb. 19** Processen in een eierstok en processen in het baarmoederslijmvlies als er bevruchting optreedt (schematisch).

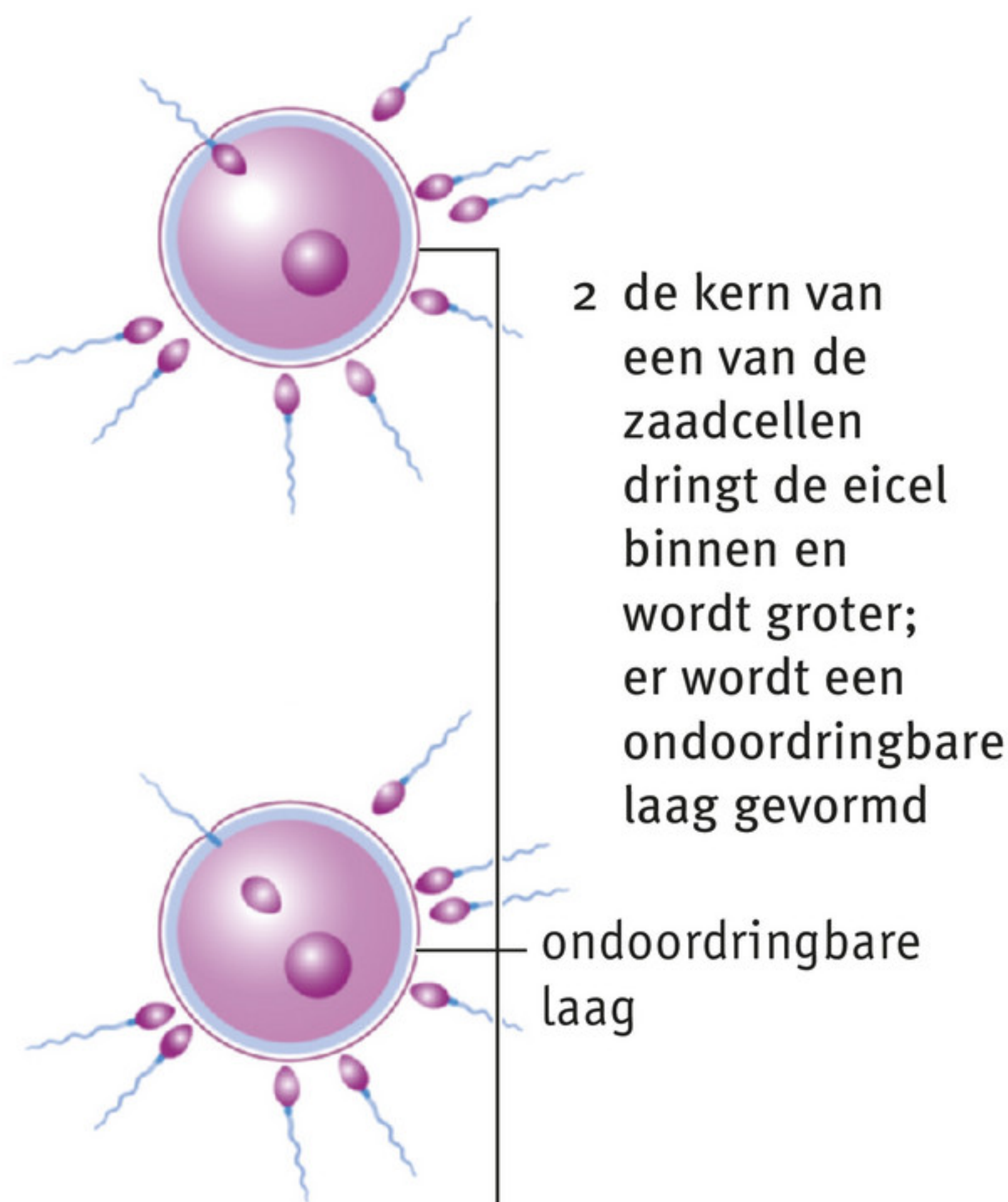


Een eikel blijft na de ovulatie maar 12 tot 24 uur in leven. Een zaadcel kan na een zaadlozing ongeveer drie dagen in leven blijven in het lichaam van een vrouw. De **vruchtbare periode** is de periode dat bevruchting kan plaatsvinden. Voor de bevruchting moeten een eikel en levende zaadcellen aanwezig zijn. De bevruchting vindt dan plaats in de eileider.

▼ **Afb. 20** Bevruchting van een eicel (schematisch).

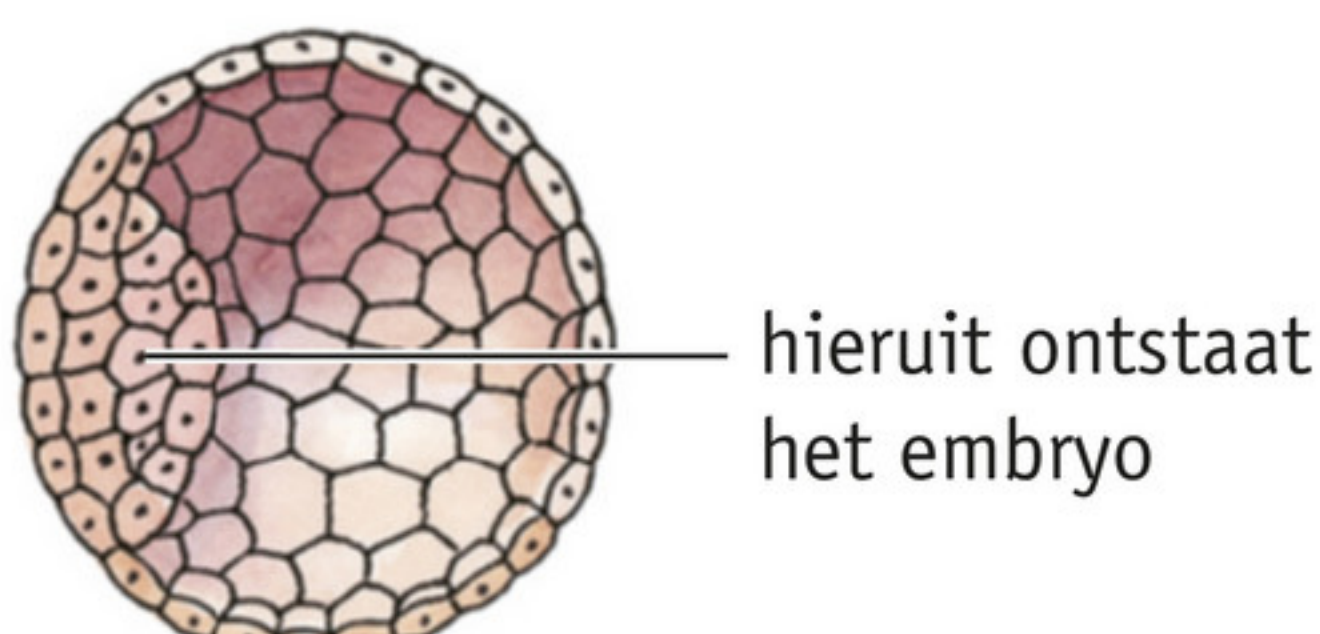


1 eicel omringd door zaadcellen



3 de kernen van de zaadcel en de eicel versmelten met elkaar (bevruchting)

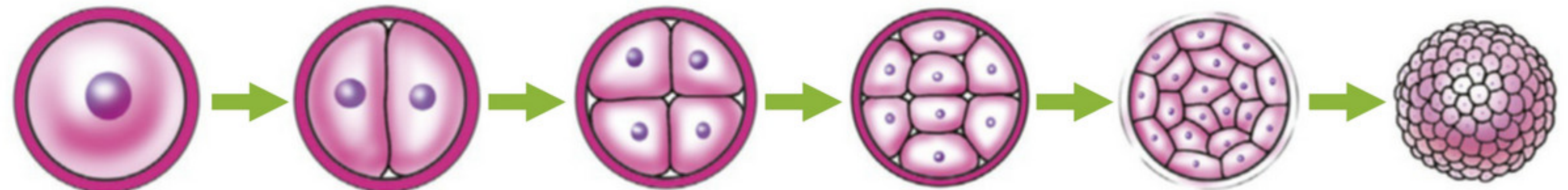
▼ **Afb. 23** Doorsnede klompje cellen (schematisch).



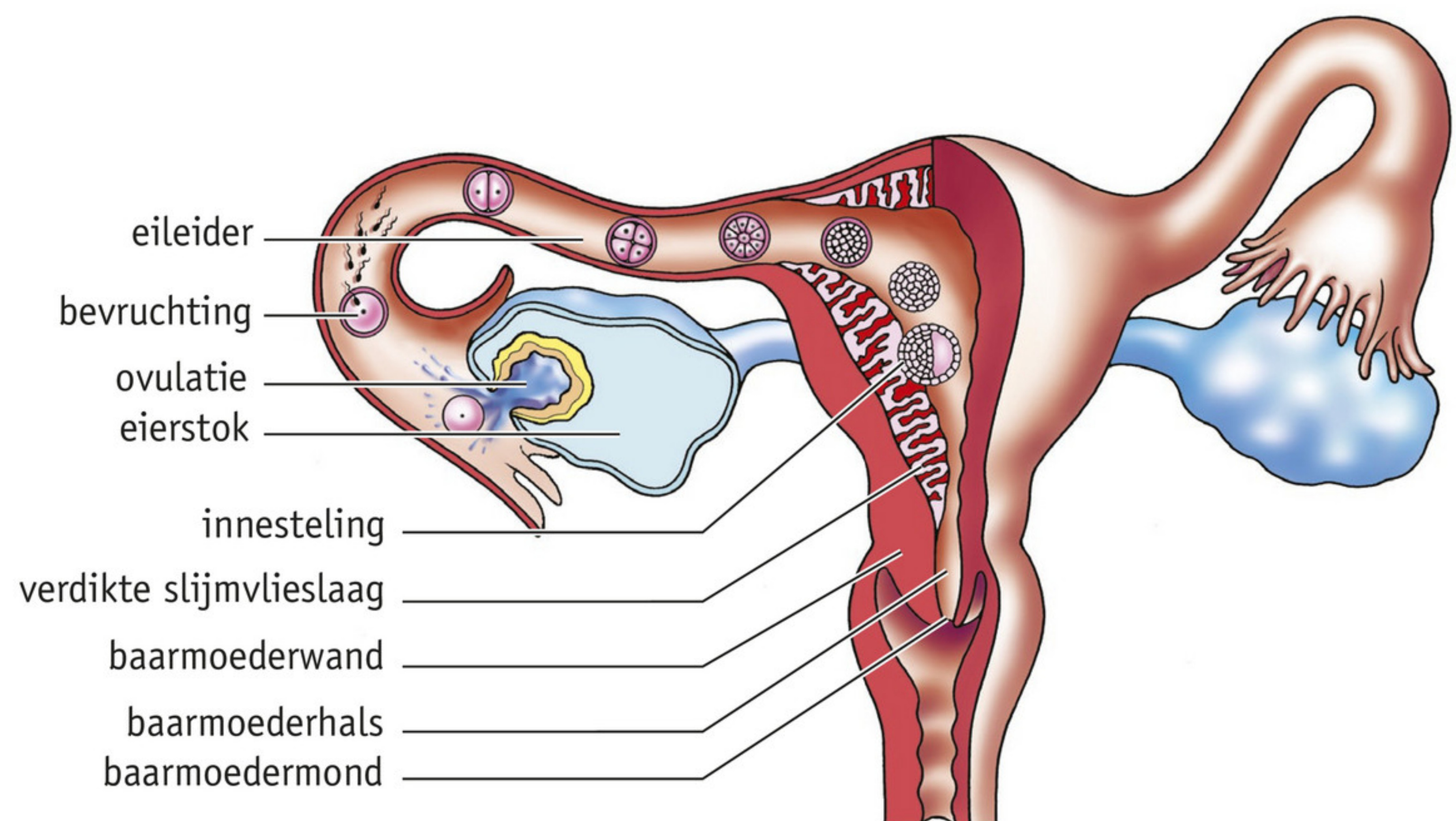
Een zaadcel komt de eicel binnen door met zijn kop door de buitenkant van de eicel heen te gaan. Als één zaadcel binnen is, wordt de buitenste laag van de eicel ondoordringbaar. Hierdoor kunnen de andere zaadcellen onmogelijk nog de eicel in (zie afbeelding 20).

In de eileider smelten de kernen van de eicel en de zaadcel samen. Dit is de **bevruchting**. De bevruchte eicel deelt zich meteen een aantal keren (zie afbeelding 21). Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt door de eileider vervoerd naar de baarmoeder. Vijf tot zeven dagen na de ovulatie komt het klompje cellen daar aan. De **innesteling** vindt plaats: het klompje cellen nestelt zich in het baarmoederslijmvlies in. De vrouw is nu zwanger (zie afbeelding 22). Als er niets misgaat, zal het klompje eicellen uitgroeien tot een baby. De baby die zich in de baarmoeder begint te ontwikkelen, heet een **embryo**.

▼ **Afb. 21** Eerste delingen van de bevruchte eicel (schematisch).



▼ **Afb. 22** Vervoer van het klompje cellen naar de baarmoeder en innesteling in het baarmoederslijmvlies (schematisch).



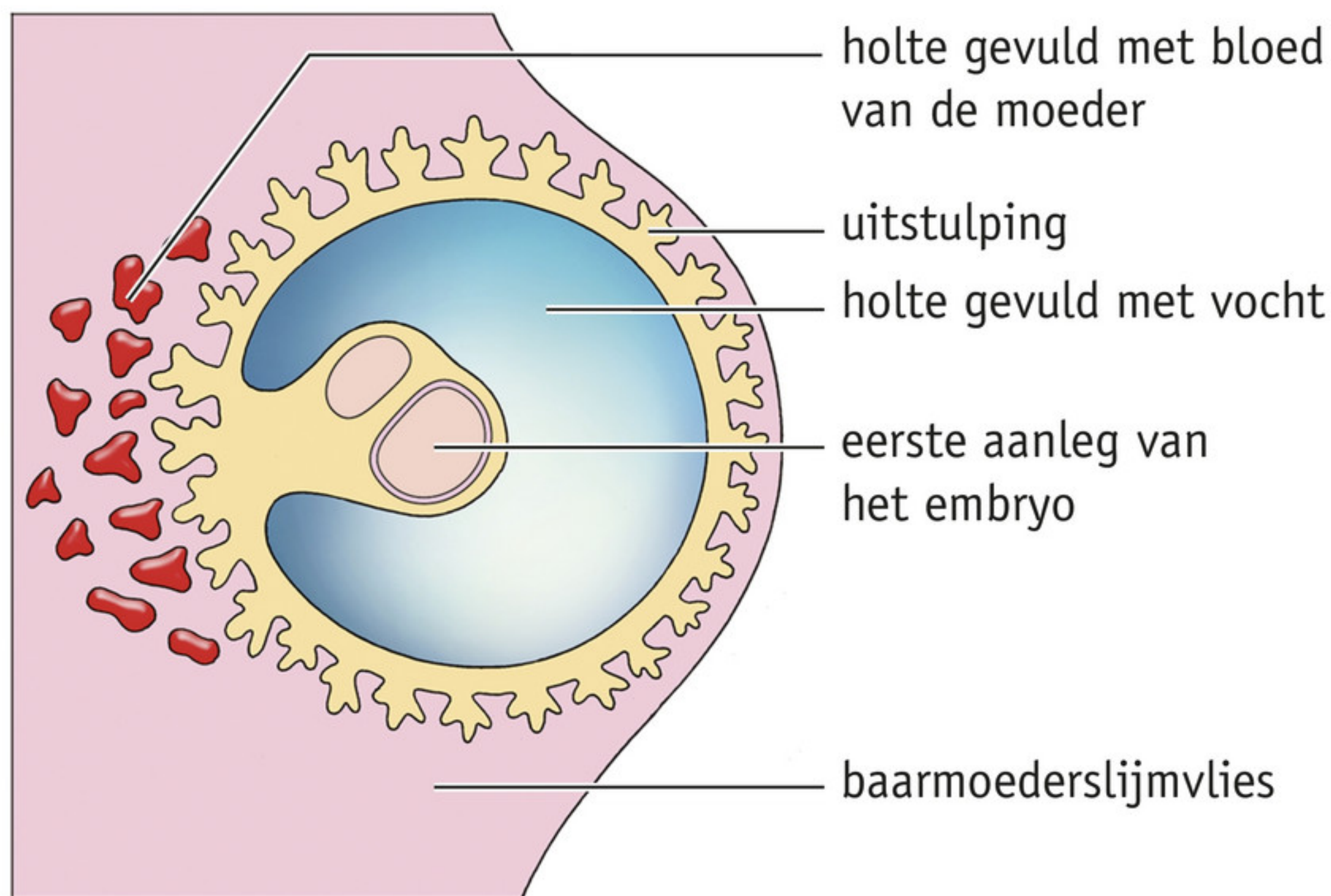
Een gemiddelde zwangerschap bij mensen duurt negen maanden. Tijdens de zwangerschap produceert eerst het gele lichaam hormonen. Later maakt de placenta hormonen. Deze hormonen regelen dat de hypofyse bepaalde hormonen niet meer maakt. Dit zorgt ervoor dat er geen nieuwe follikels rijpen. Er treedt geen ovulatie op.

EMBRYONALE ONTWIKKELING

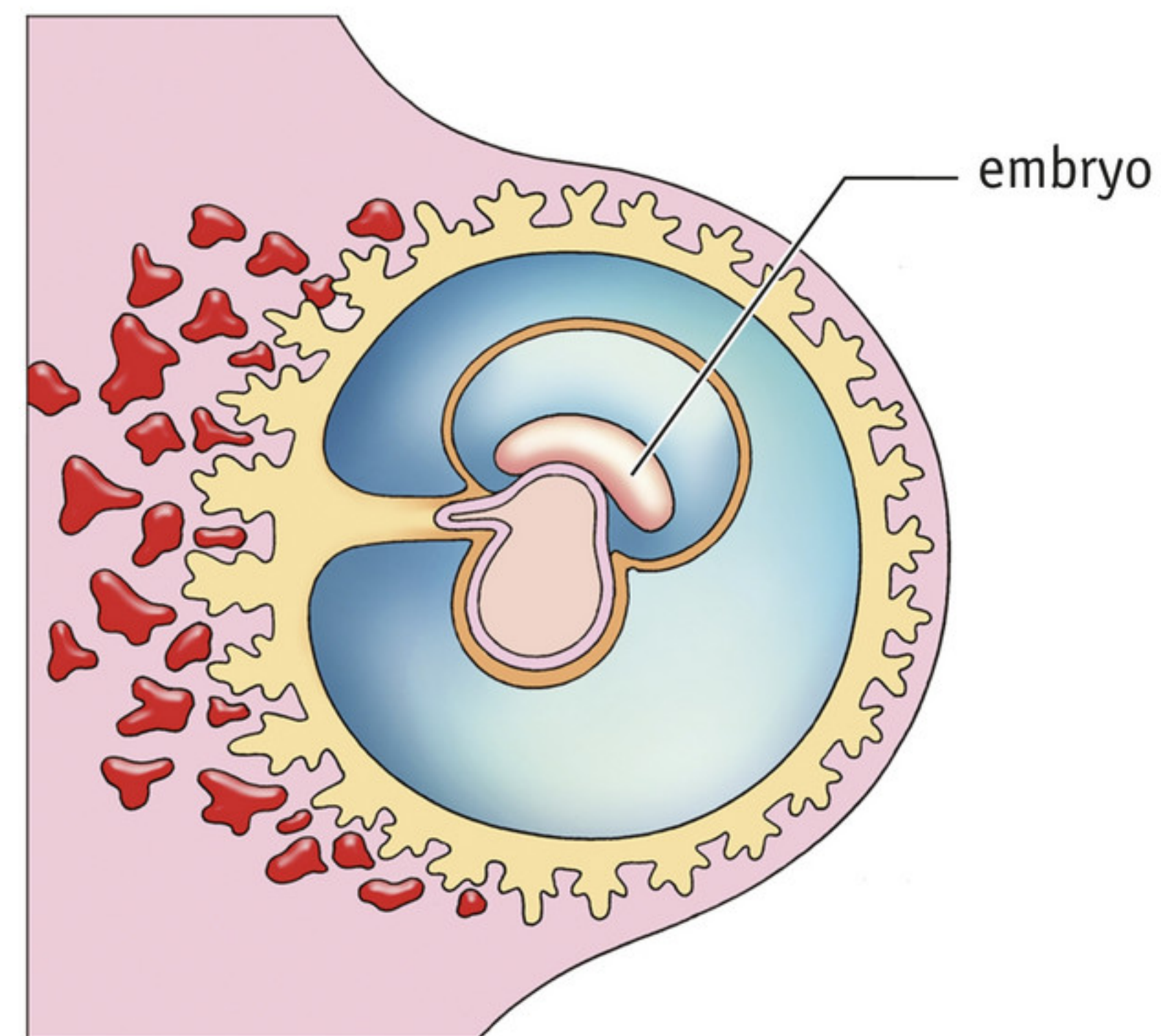
Het klompje cellen dat in de baarmoeder is ingenesteld, bestaat uit een holte met vocht en een verdikking. Uit deze verdikking ontstaat het embryo (zie afbeelding 23).

▼ **Afb. 24** Ontwikkeling van het embryo (schematisch).

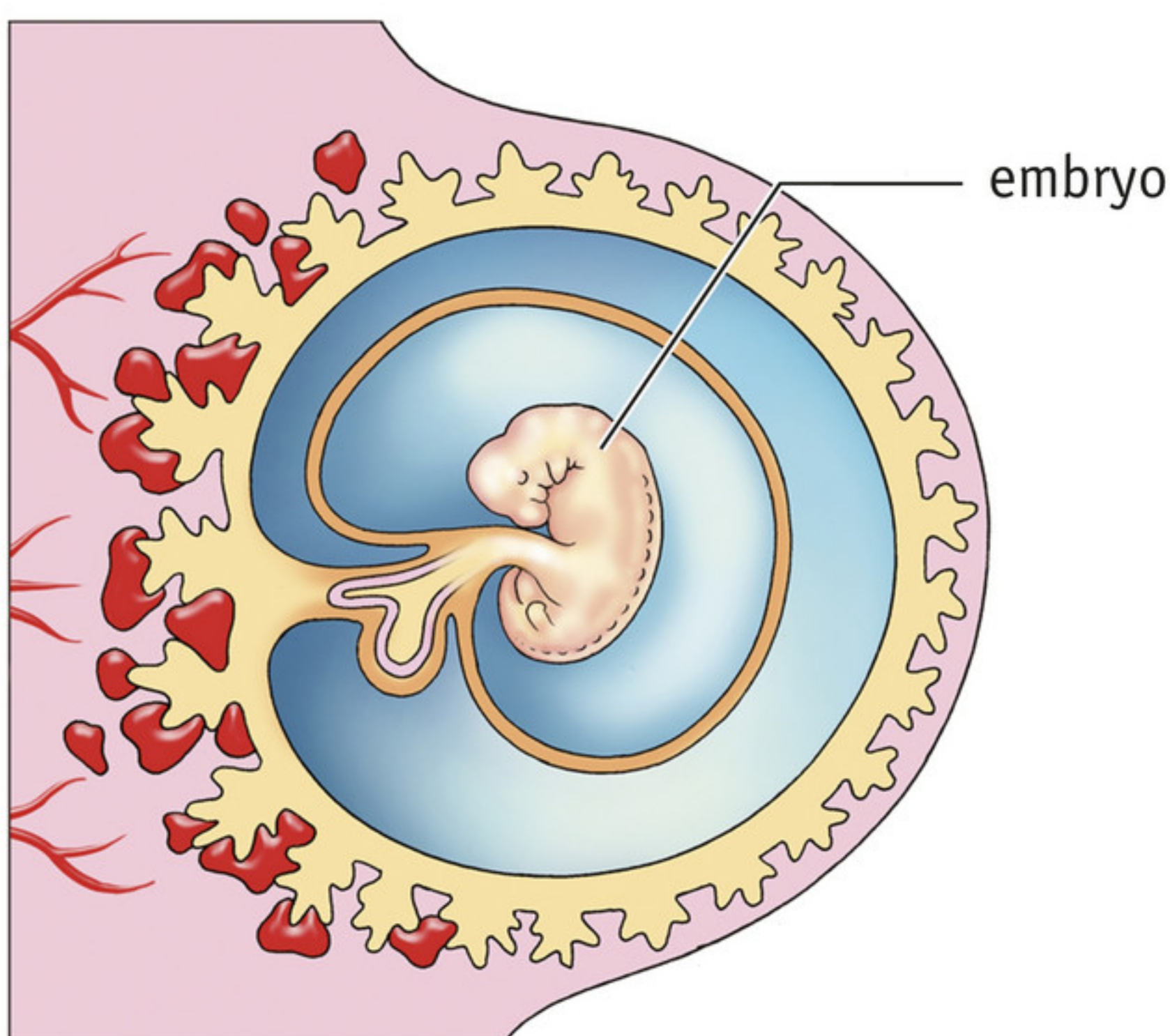
In het baarmoederslijmvlies bevinden zich holten. Hier stroomt het bloed van de moeder doorheen. Na de innesteling neemt het embryo zuurstof en voedingsstoffen op uit dit bloed. Daardoor kan het groeien. Tijdens de ontwikkeling van het embryo ontstaat de placenta (zie afbeelding 24).



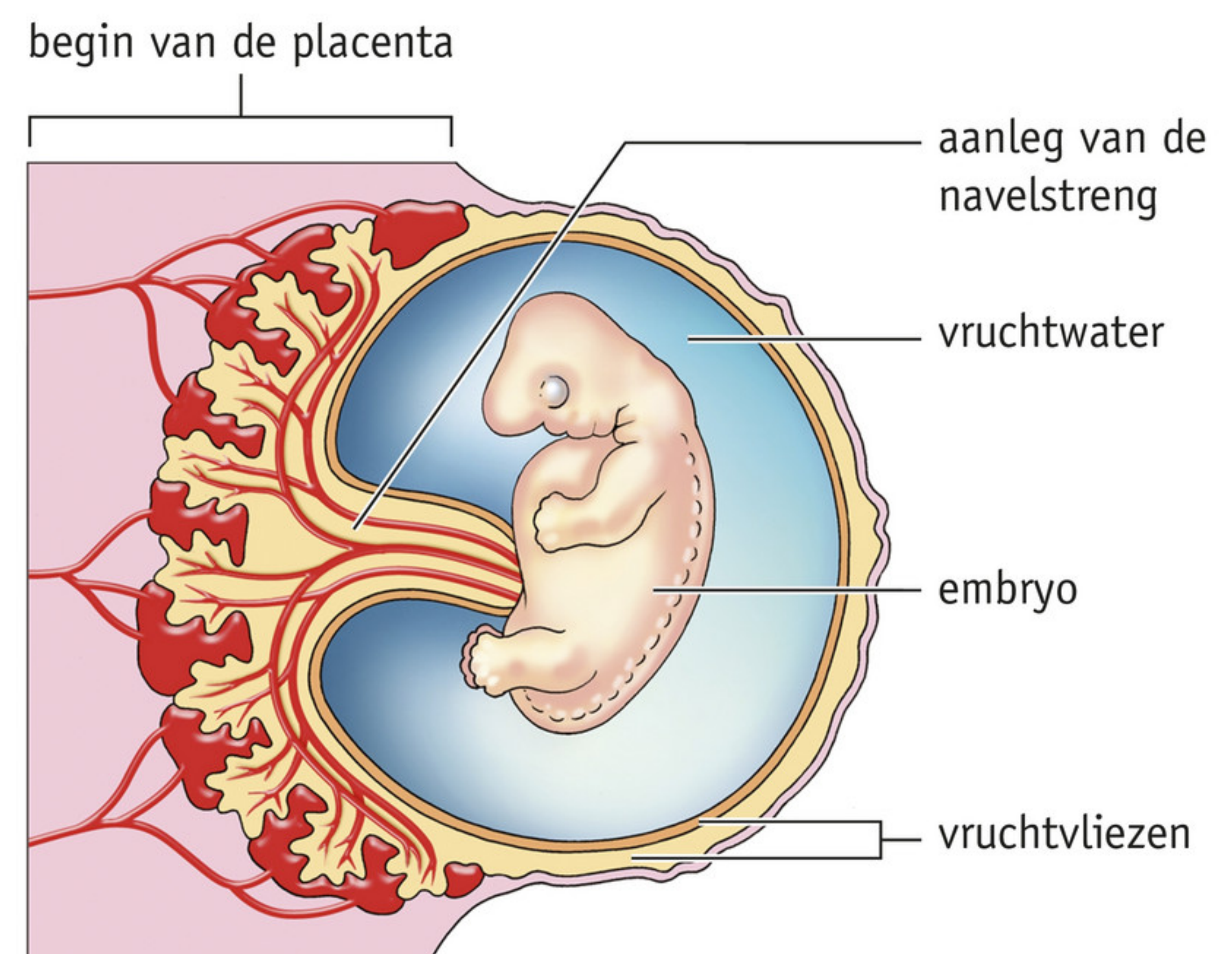
1 enkele dagen na de innesteling



2 ontwikkeling van het embryo



3 ontwikkeling van de placenta



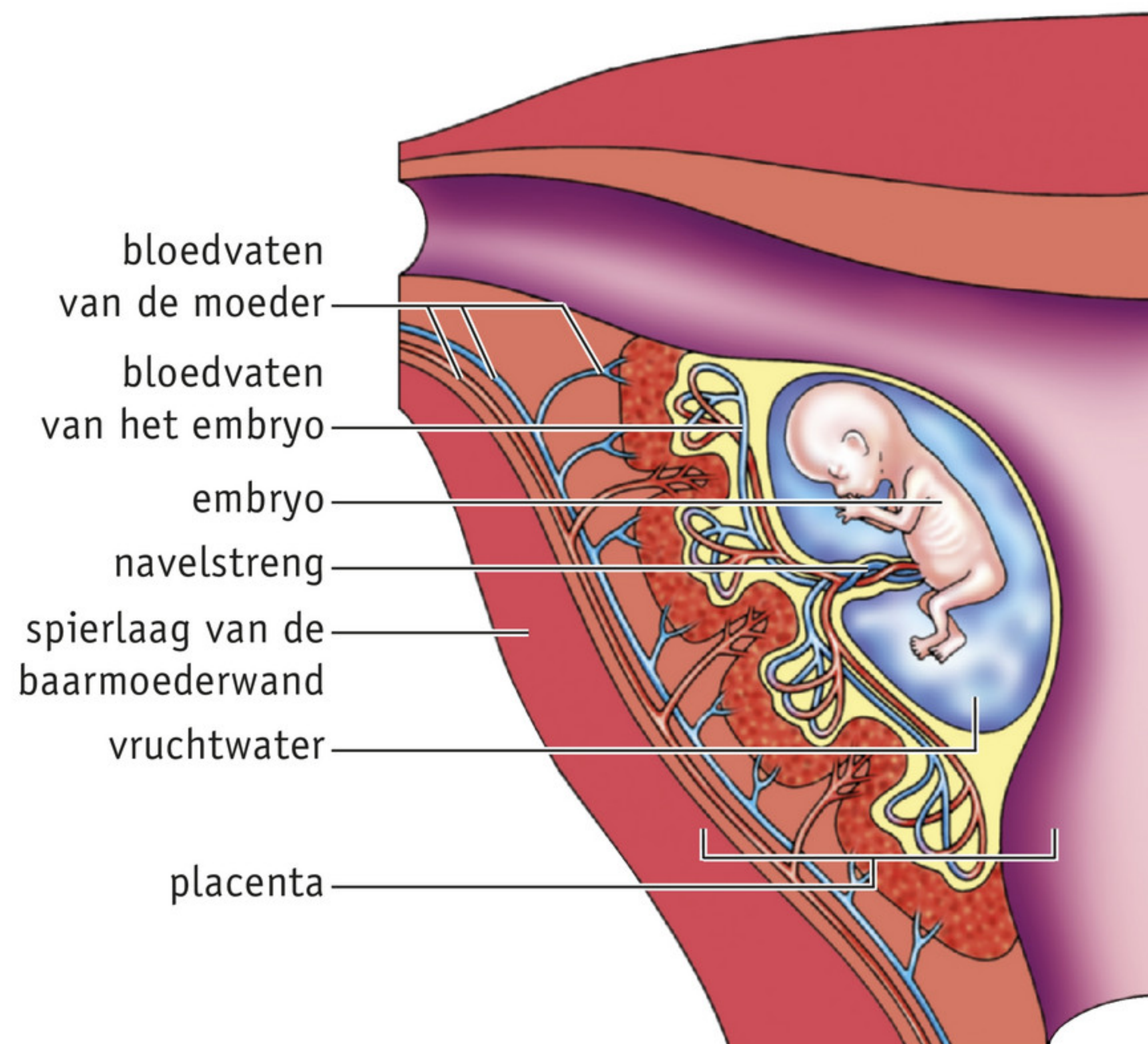
4 embryo met vruchtvliezen en placenta

PLACENTA

De **placenta** is een speciaal deel van de baarmoederwand. De placenta bestaat uit weefsel van het embryo en weefsel van de moeder. In de placenta stroomt bloed van het embryo vlak langs het bloed van de moeder (zie afbeelding 25). Hierdoor kunnen stoffen worden uitgewisseld. Het bloed van de moeder stroomt *niet* door het embryo. Het blijft gescheiden van het bloed van elkaar. Alleen bepaalde stoffen gaan van de moeder naar het embryo en andersom.

Zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo. Koolstofdioxide en andere afvalstoffen gaan van het embryo naar de moeder.

► **Afb. 25** Embryo in de baarmoeder (schematisch).



Ook ziekteverwekkers, zoals het aidsvirus, kunnen door wanden van de bloedvaten heen. Dit geldt ook voor stoffen die schadelijk zijn voor de ontwikkeling van het embryo. Voorbeelden hiervan zijn alcohol, nicotine en drugs. Ziekteverwekkers en schadelijke stoffen komen zo in het bloed van het embryo terecht.

Roken en alcohol drinken tijdens de zwangerschap zorgt vaak voor gemiddeld kleinere kinderen. Kinderen hebben ook een grotere kans op afwijkingen als hun moeder tijdens de zwangerschap heeft gerookt en/of alcohol heeft gedronken (zie afbeelding 26).

▼ **Afb. 26**

Roken en drinken levensgevaarlijk

Zelfs met één mixdrankje tijdens de zwangerschap kun je het leven van je ongeboren kind verpesten.

Nikki is drie jaar oud. In vergelijking met haar leeftijdgenoten leert ze minder snel. Ze heeft een smalle bovenlip, spleetogjes en een platte neus. Aan haar gezicht kun je zien dat ze FASD heeft. FASD is een afkorting voor Foetal Alcohol Spectrum Disorder. De moeder van Nikki dronk tijdens de zwangerschap. Ook roken tijdens de zwangerschap kan veel schade toebrengen aan de gezondheid van een kindje. De risico's zijn:

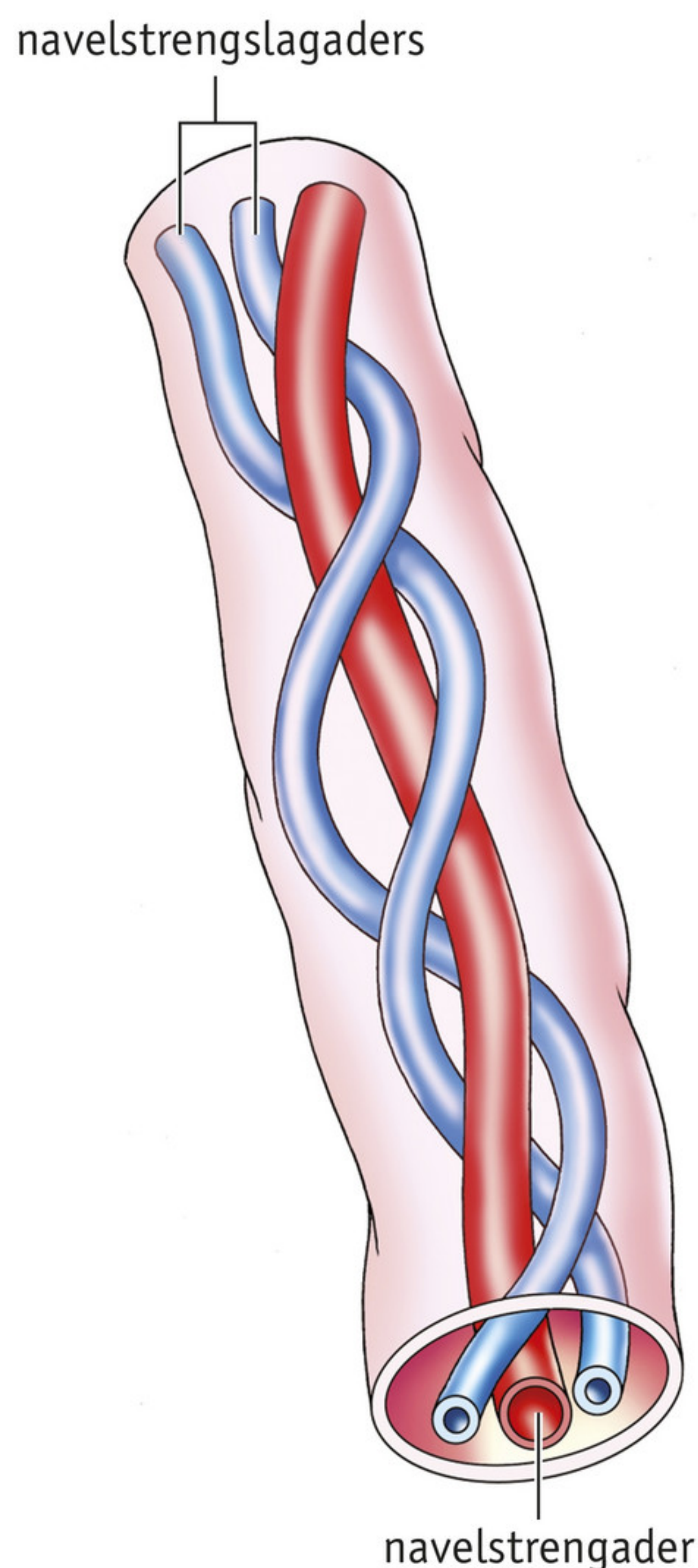
- een te vroeg geboren of te lichte baby;
- minder goed ontwikkelde organen;
- een hazenlip;
- een klompvoetje;
- oogafwijkingen;
- te vroeg loslaten van de placenta;
- te vroeg breken van de vliezen;
- een doodgeboren baby;
- wiegendood.



hersenen van een gezonde baby (links) en van een baby met FASD (rechts)

Ook op latere leeftijd kunnen nog gevolgen zichtbaar worden. Denk aan overgewicht, een hoge bloeddruk of problemen met hart- en bloedvaten, maar ook gedragsproblemen.

▼ **Afb. 27** Bloedvaten in de navelstreng (schematisch).



NAVELSTRENG EN VRUCHTWATER

Het embryo is door de **navelstreng** verbonden met de placenta. De navelstreng bestaat helemaal uit cellen van het embryo.

In de navelstreng lopen drie bloedvaten (zie afbeelding 27): twee navelstrengslagaders en een navelstrengader. Door de **navelstrengslagaders** stroomt bloed van het embryo naar de placenta. Het bloed in de navelstrengslagaders is rijk aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen. De slagaders bevatten weinig zuurstof en voedingsstoffen. Door de **navelstrengader** stroomt bloed van de placenta naar het embryo. Dit bloed bevat veel zuurstof en voedingsstoffen. Het bevat weinig koolstofdioxide en andere afvalstoffen.

Het embryo drijft in het **vruchtwater**. Dit beschermt het embryo tegen uitdrogen en stoten. Het zorgt ook voor een constante temperatuur. Het embryo kan zich hierin gemakkelijk bewegen. Om het vruchtwater liggen twee **vruchtvliezen**. Deze bestaan uit cellen van het embryo.

FOETUS

Na twee maanden is het begin van alle organen aanwezig. Het embryo weegt dan ongeveer 2 gram (zie afbeelding 28). Vanaf de derde maand wordt het embryo **foetus** genoemd. Het lijkt dan al meer op een mens. Vanaf vier maanden kan de moeder de bewegingen van de foetus voelen. Hersenen en spieren werken al voor de geboorte (zie afbeelding 29). Een foetus groeit flink: van ongeveer 5 cm tot gemiddeld 50 cm en 3400 gram bij de geboorte.

▼ **Afb. 28** Embryo van zes weken met placenta.



▼ **Afb. 29** Foetussen van verschillende leeftijden.



1 drie maanden oud met vruchtvliezen en vruchtwater



2 vijf maanden oud

TWEELINGEN

Bij een normale zwangerschap wordt één eikel bevrucht door één zaadcel. Als een vrouw zwanger is van een tweeling, is dat anders gegaan.

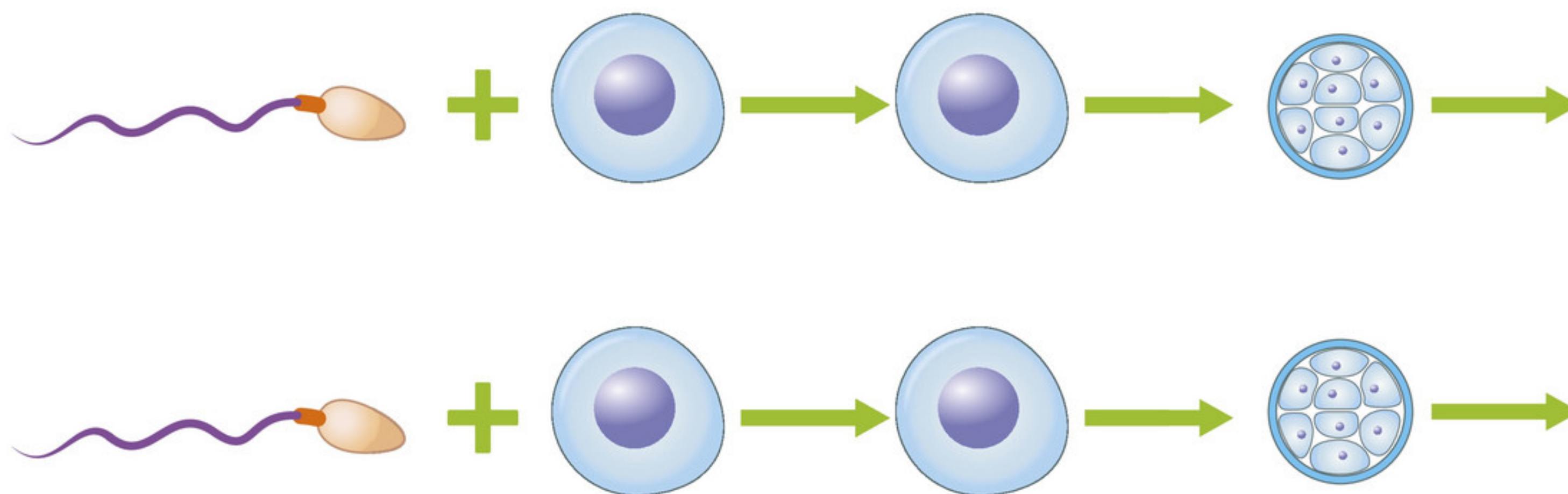
Er zijn twee soorten tweelingen: eeneiige en twee-eiige tweelingen.

Een **twee-eiige tweeling** ontstaat uit twee eicellen. Dit kan alleen als er niet één maar twee eicellen tijdens de ovulatie zijn vrijgekomen. Als beide eicellen worden bevrucht, ontstaan er twee klompjes cellen. Beide nestelen zich in het baarmoederslijmvlies in (zie afbeelding 30.1).

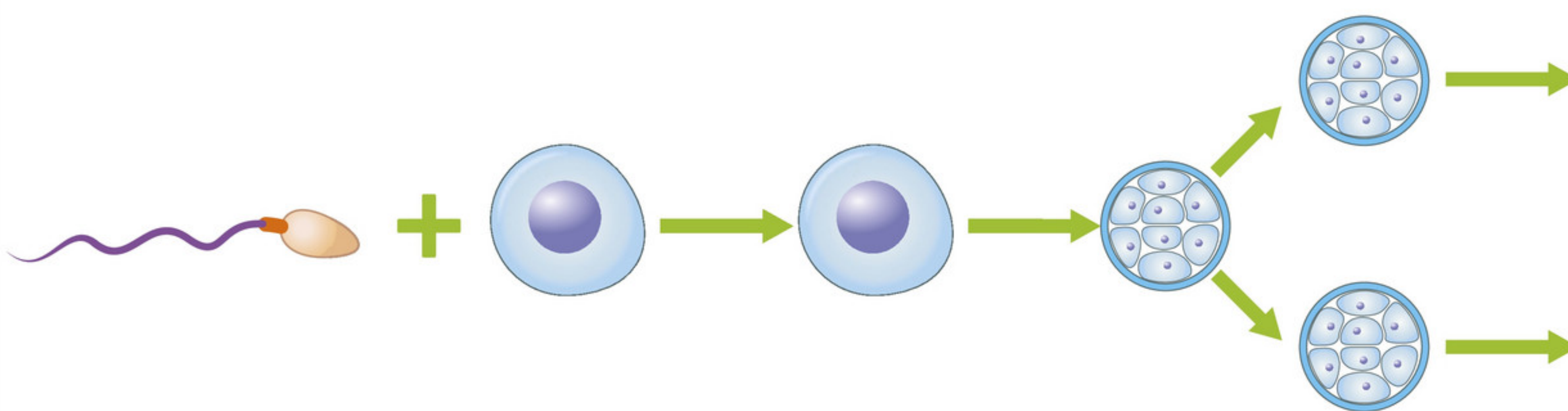
Een **eeneiige tweeling** ontwikkelt zich uit één eikel en één zaadcel. De bevruchting gaat hetzelfde als bij een normale bevruchting. Tijdens de eerste delingen raken cellen los van elkaar. Er ontstaan dan twee klompjes cellen. Beide klompjes cellen nestelen zich in het baarmoederslijmvlies in (zie afbeelding 30.2).

WB OPDRACHT 26 T/M 35 BLZ. 61

▼ Afb. 30 Tweelingen.



1 twee-eiige tweeling

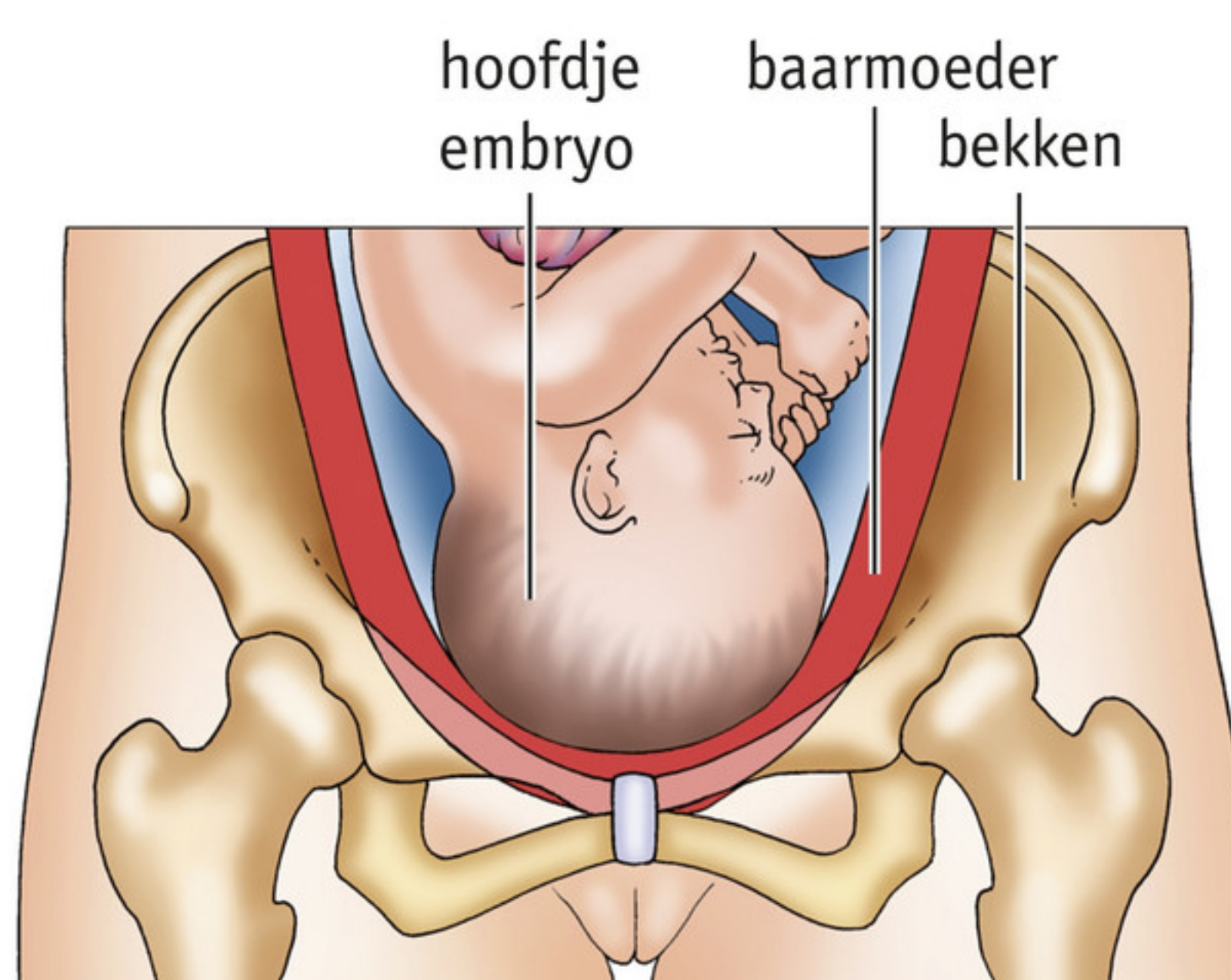


2 eeneiige tweeling

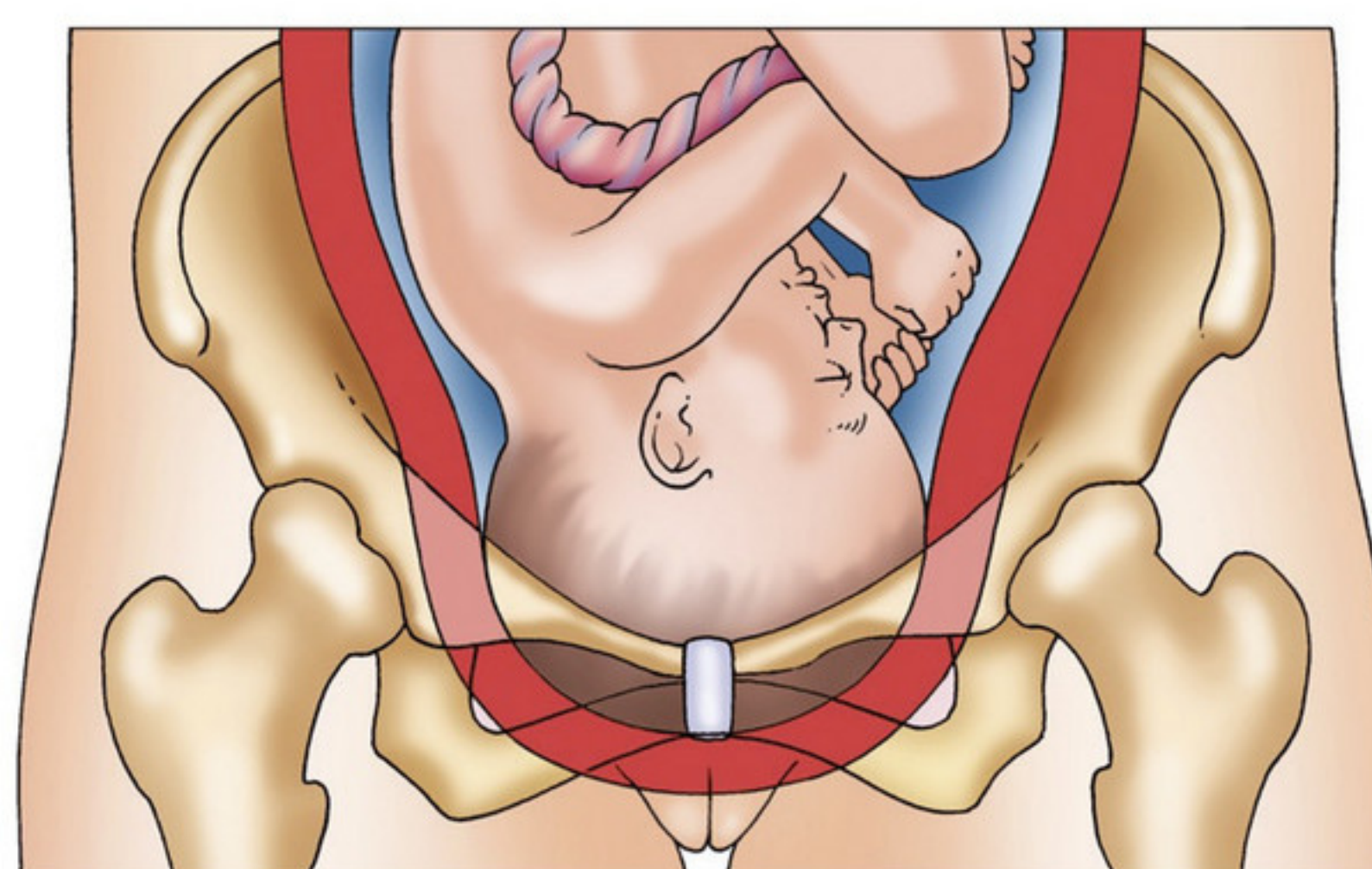


6 Geboorte en verdere ontwikkeling

▼ **Afb. 31** Indaling.



1 ligging van de foetus voor het indalen



2 ligging van de foetus na het indalen

Na negen maanden van groei en ontwikkeling is de foetus er klaar voor: de geboorte kan beginnen.

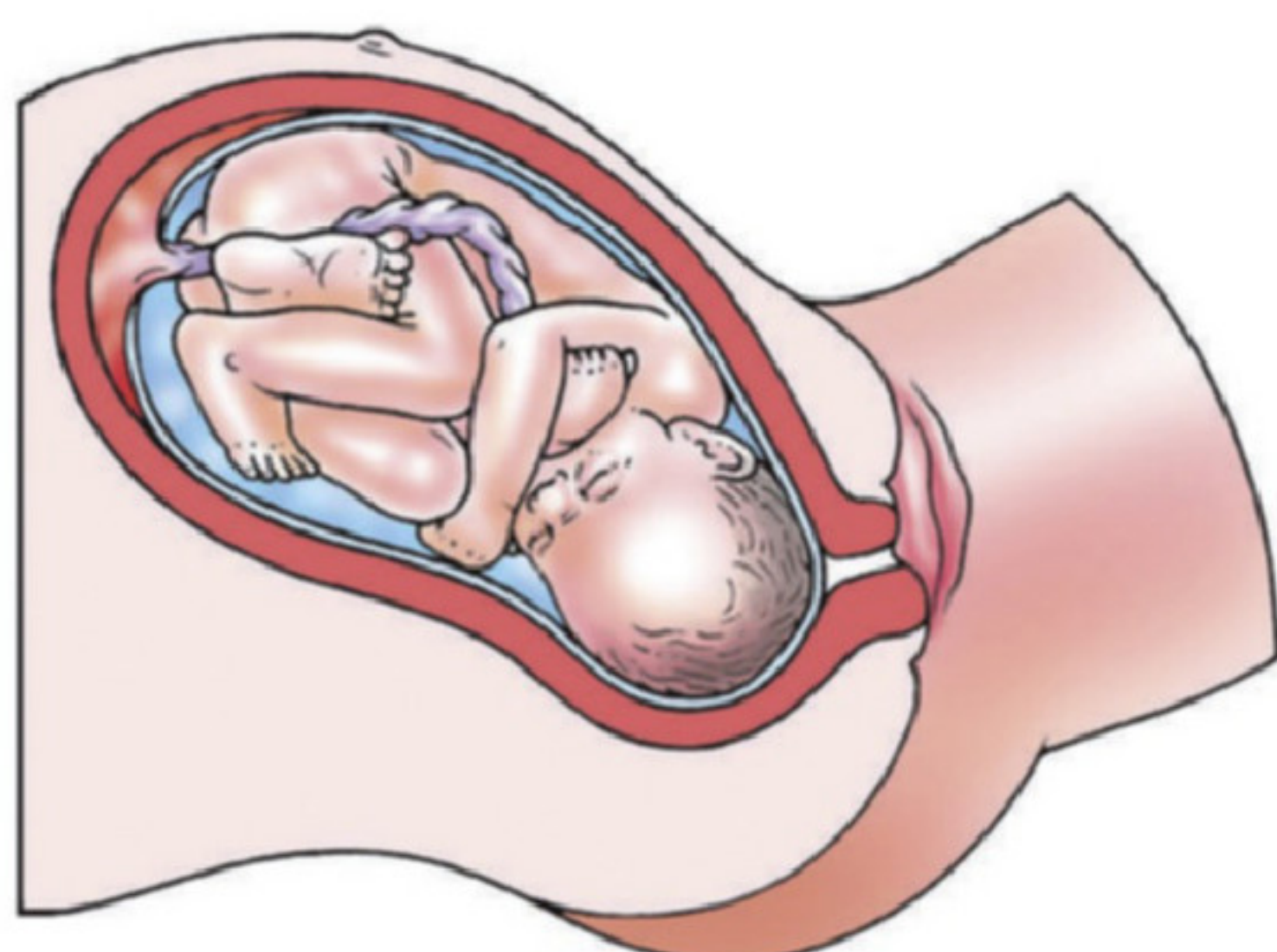
Een paar weken voor de bevalling begint de **indaling**. Hierbij zakt het hoofdje van de foetus naar beneden (zie afbeelding 31). Vanaf de tweede zwangerschap begint de indaling meestal wat later.

BEVALLING

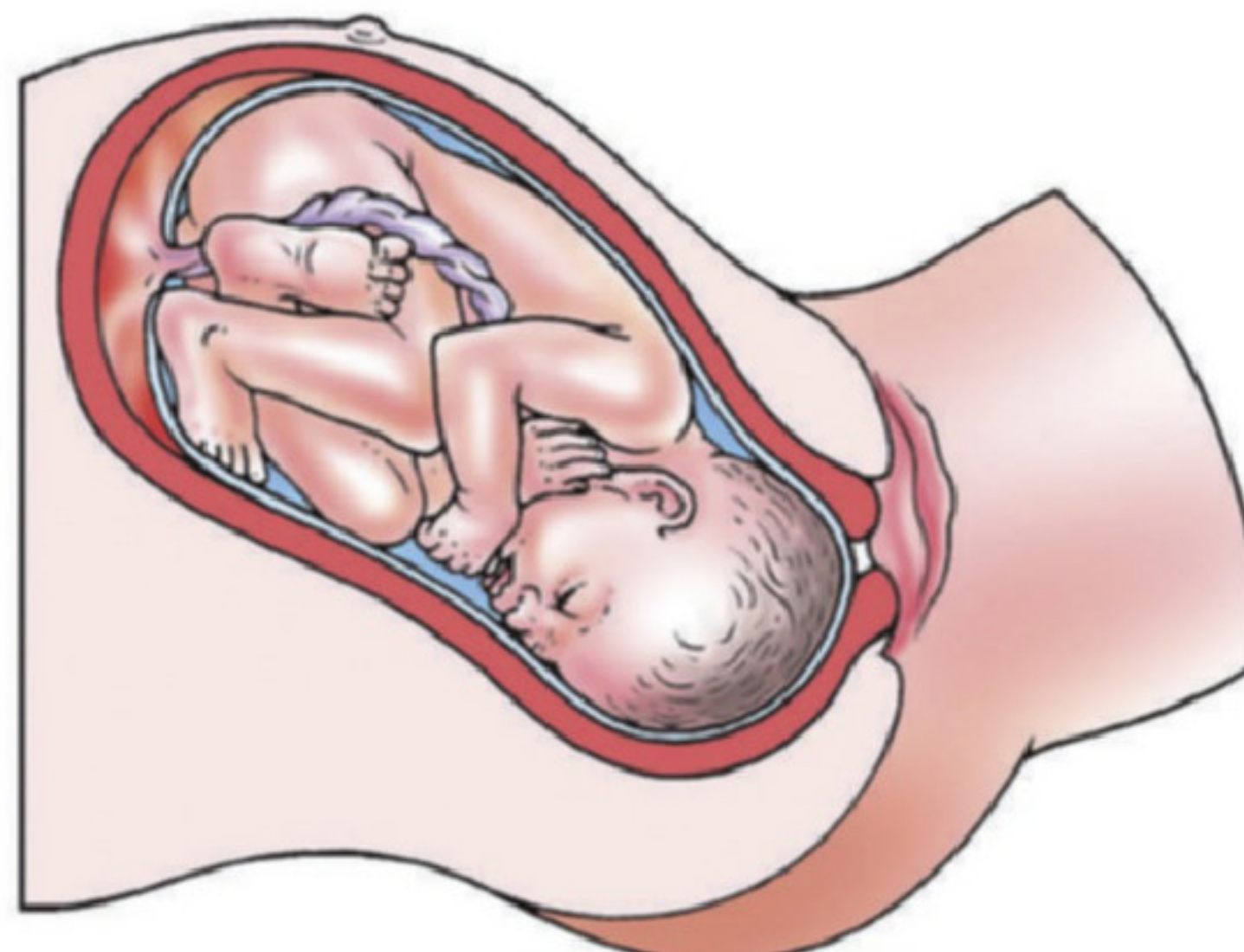
De bevalling zelf begint met de **weeën**. Hierbij trekken spieren in de baarmoederwand zich af en toe samen. Na een tijdje trekken ze steeds vaker samen. Tijdens de weeën worden de baarmoederhals en de baarmoedermond wijder. Dat heet de **ontsluiting**. Hierbij breken meestal de vruchtvliezen. Hierdoor komt het vruchtwater naar buiten (zie afbeelding 32). Bij de ontsluiting ontstaat een opening. Deze moet groot genoeg zijn voor het hoofdje van de foetus. Het kan wel twintig uur duren voordat de ontsluiting groot genoeg is.

Hierna vindt de **uitdrijving** plaats (zie afbeelding 33). De weeën worden steeds krachtiger. Ook spieren in de buikwand gaan zich samentrekken. Deze weeën noemen we **persweeën**. Door de persweeën wordt het kind naar buiten geperst. De uitdrijving kan van enkele seconden tot wel twee uur duren.

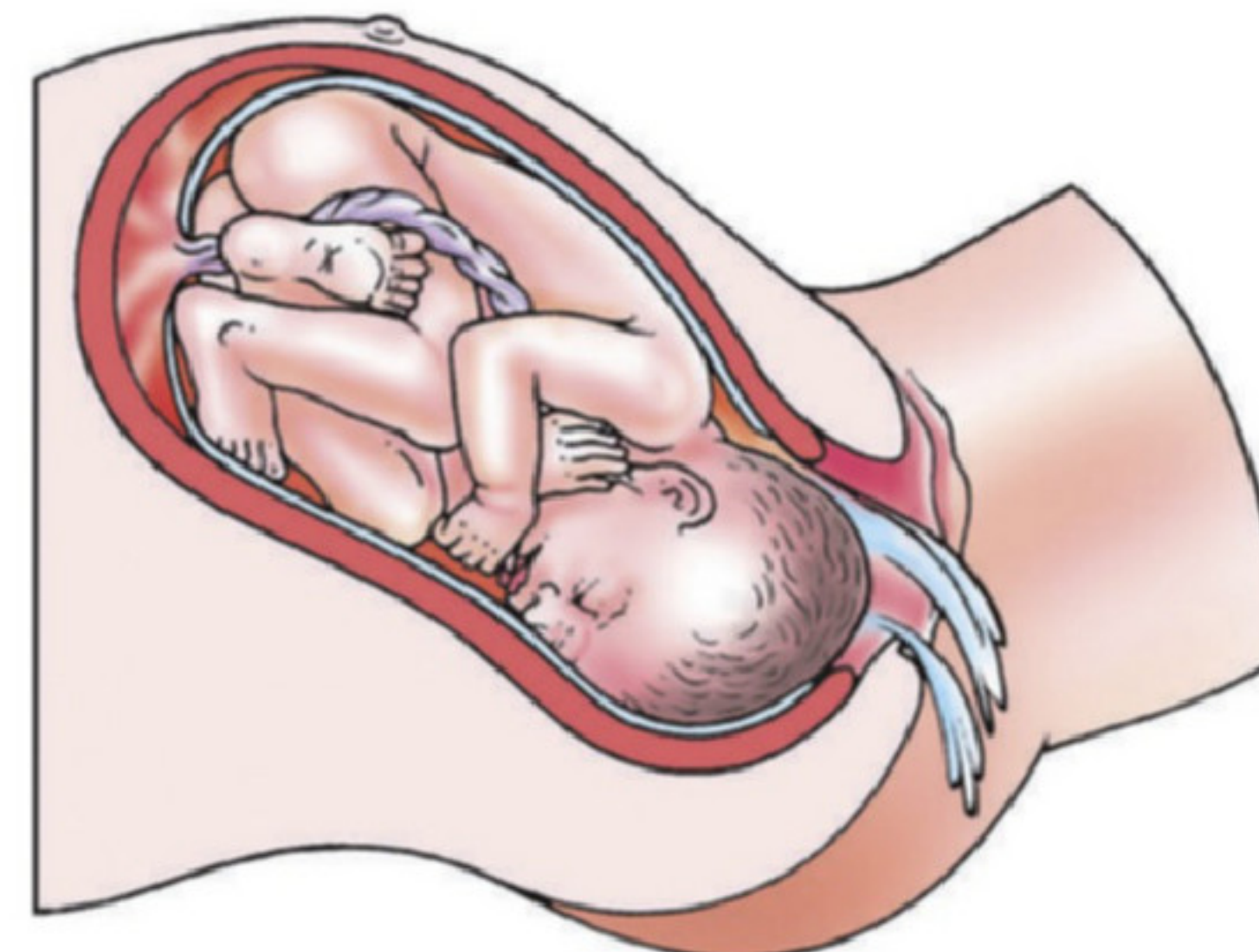
▼ **Afb. 32** Ontsluiting.



1 de indaling

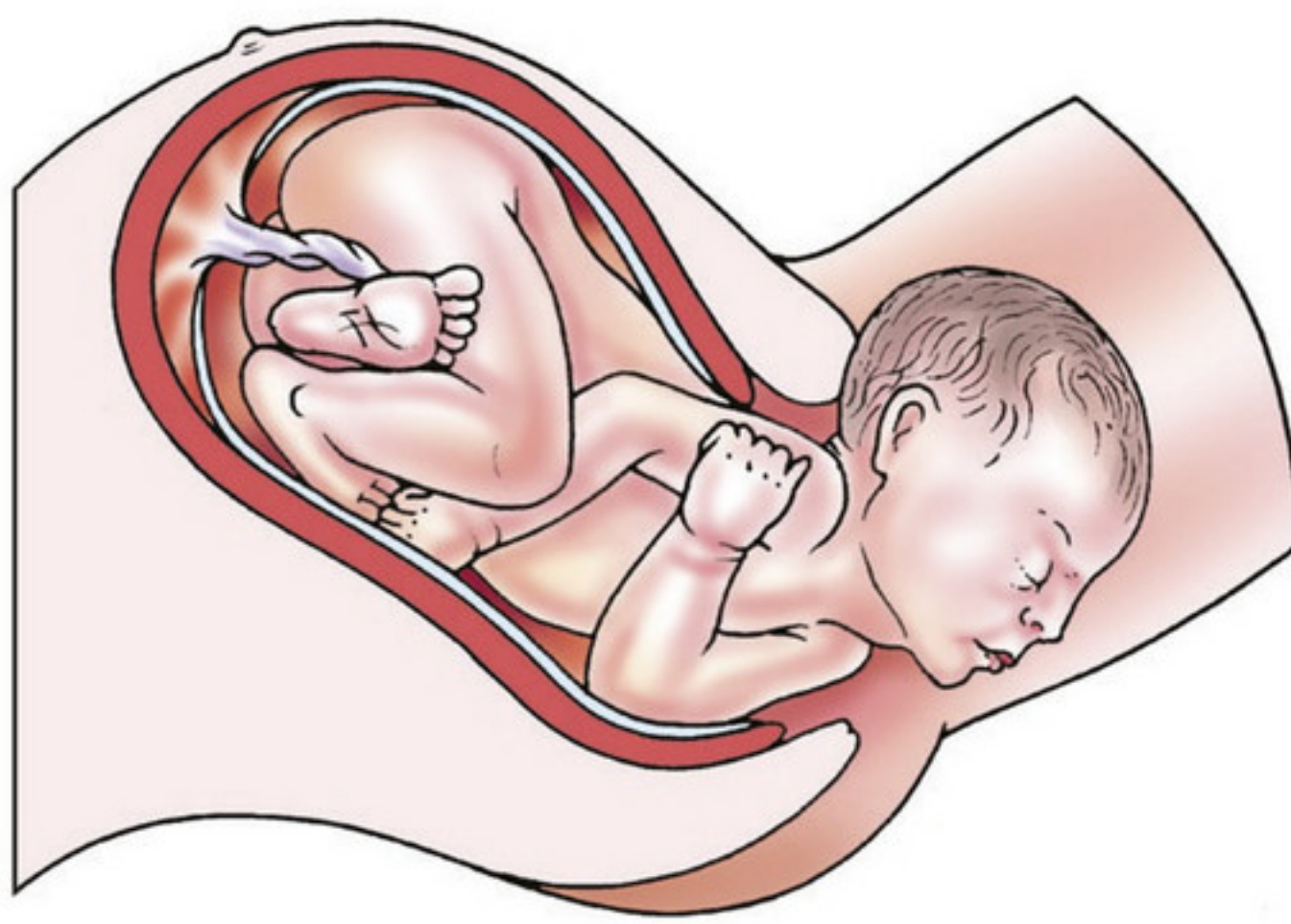


2 de onderkant van de baarmoeder wordt wijder

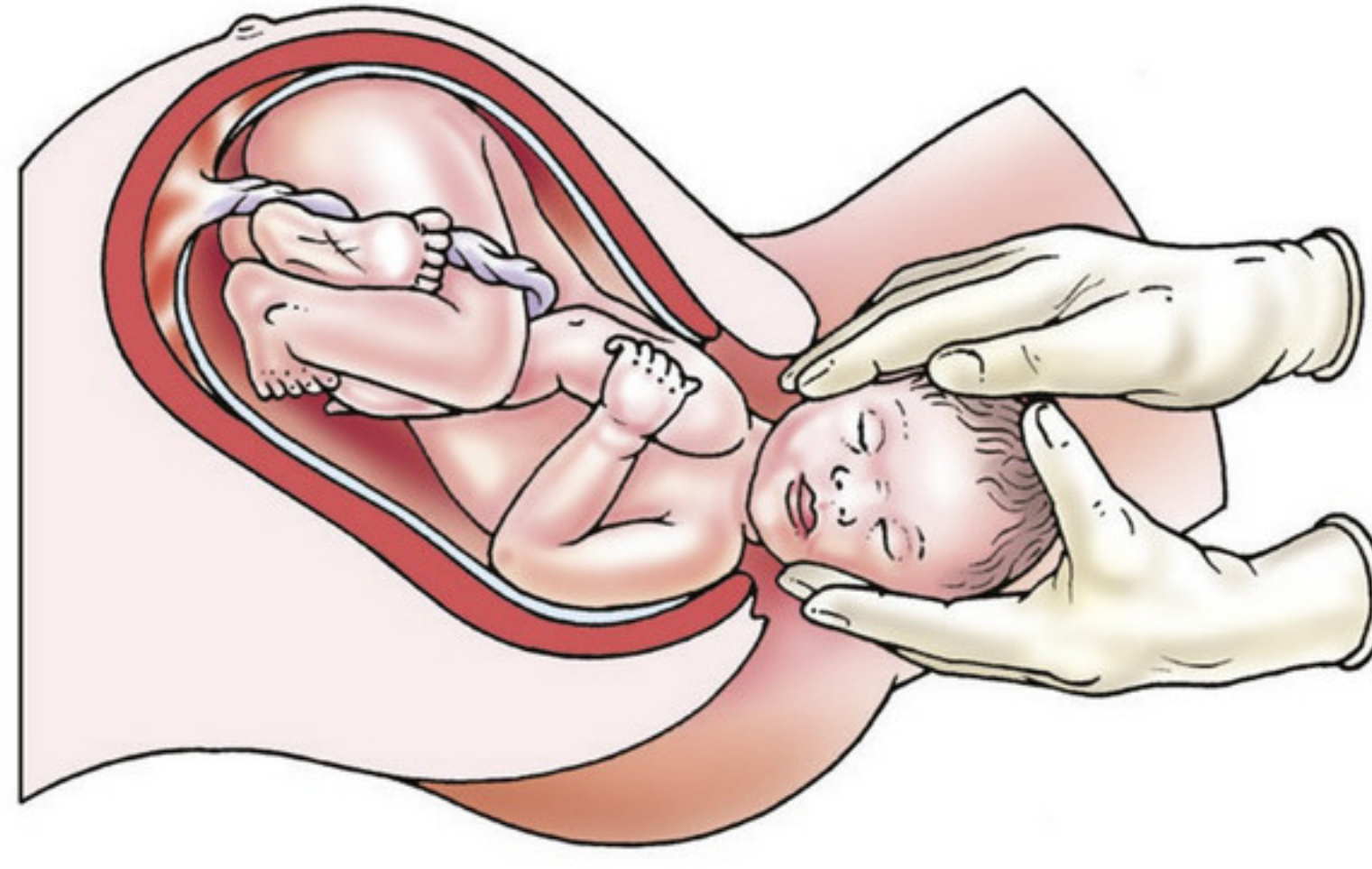


3 de vliezen breken en het vruchtwater komt naar buiten

▼ Afb. 33 Uitdrijving.



1



2



3

LIGGING VAN DE FOETUS

Normaal ligt het hoofdje naar beneden. Bij de bevalling komt dan het hoofdje het eerst naar buiten. Een stuitligging en dwarsligging zijn uitzonderingen. Bij een **stuitligging** ligt het kindje met het kontje naar beneden. Bij een **dwarsligging** ligt het kind met zijn ruggetje naar beneden (zie afbeelding 34). Bij deze uitzonderingen wordt vrijwel altijd voor een keizersnede gekozen. Bij een **keizersnede** komt de baby met behulp van een operatie via de buikwand ter wereld.

▼ Afb. 34 Ligging van de foetus in de moederbuik (schematisch).



1 normale ligging



2 stuitligging

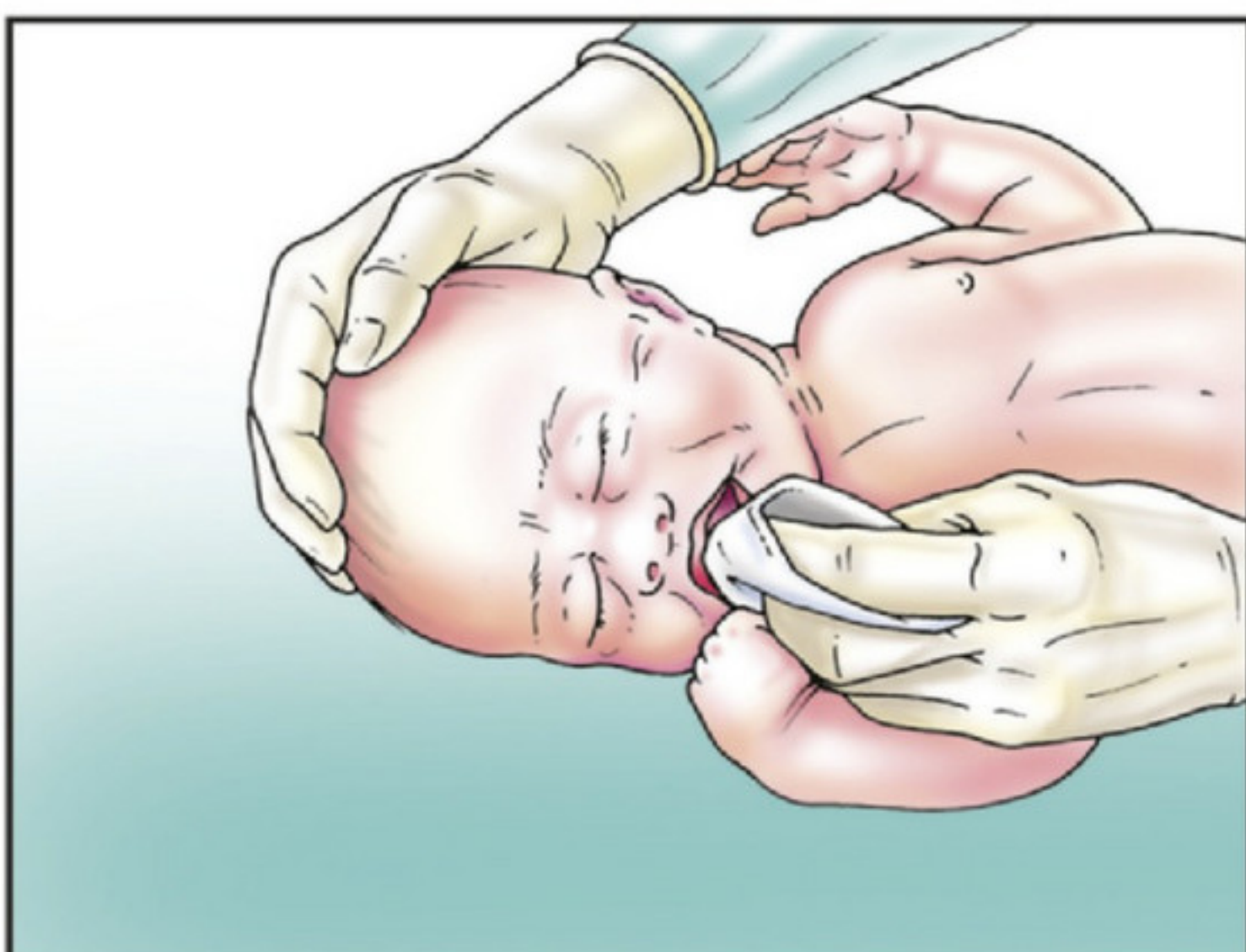


3 dwarsligging

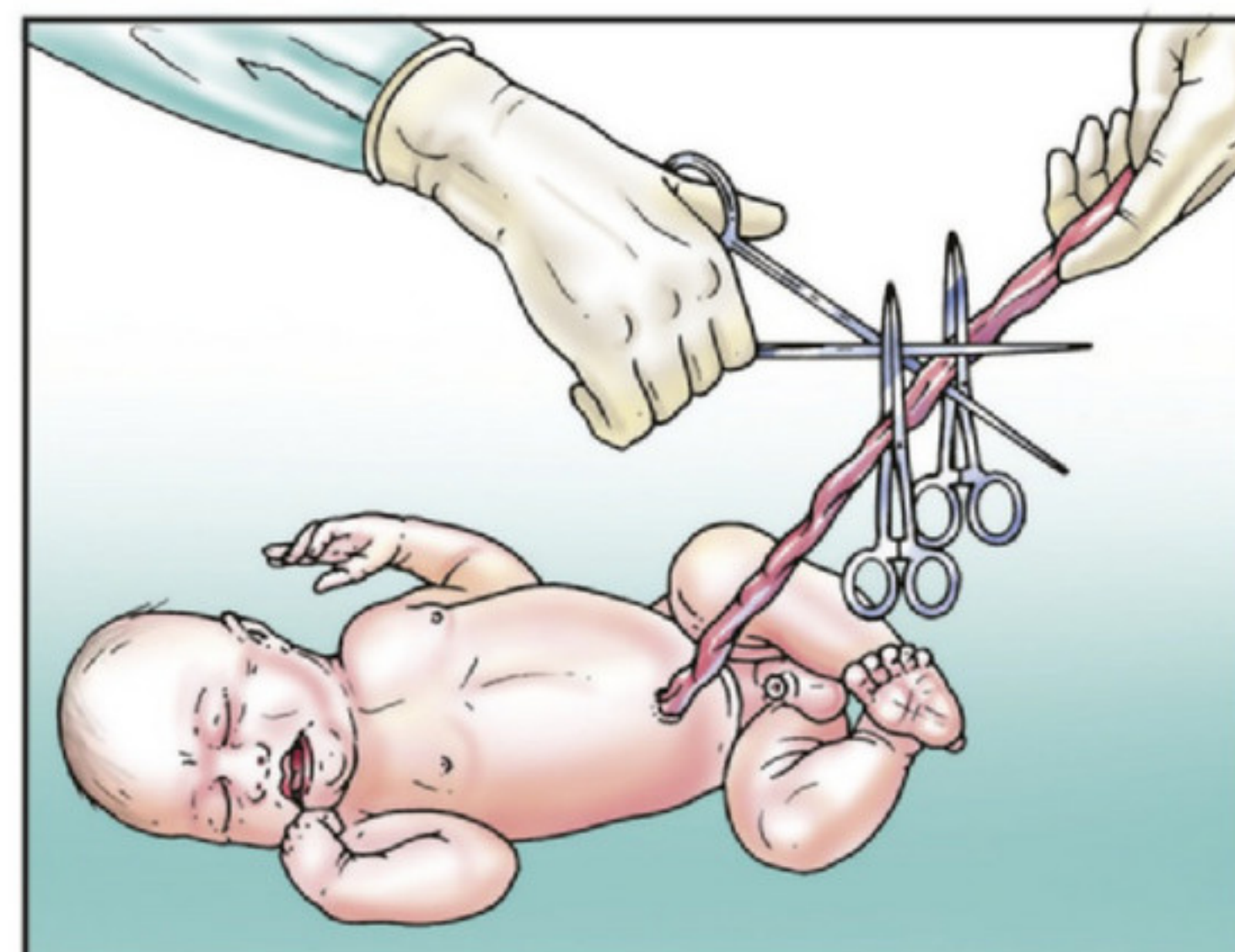
NA DE GEBOORTE

Na de geboorte worden restjes slijm uit de mond en luchtwegen van de baby gehaald (zie afbeelding 35.1). Dan wordt de navelstreng afgeklemd en doorgeknipt (zie afbeelding 35.2). De baby begint meteen te huilen. Dat is een goed teken: de ademhaling is op gang gekomen.

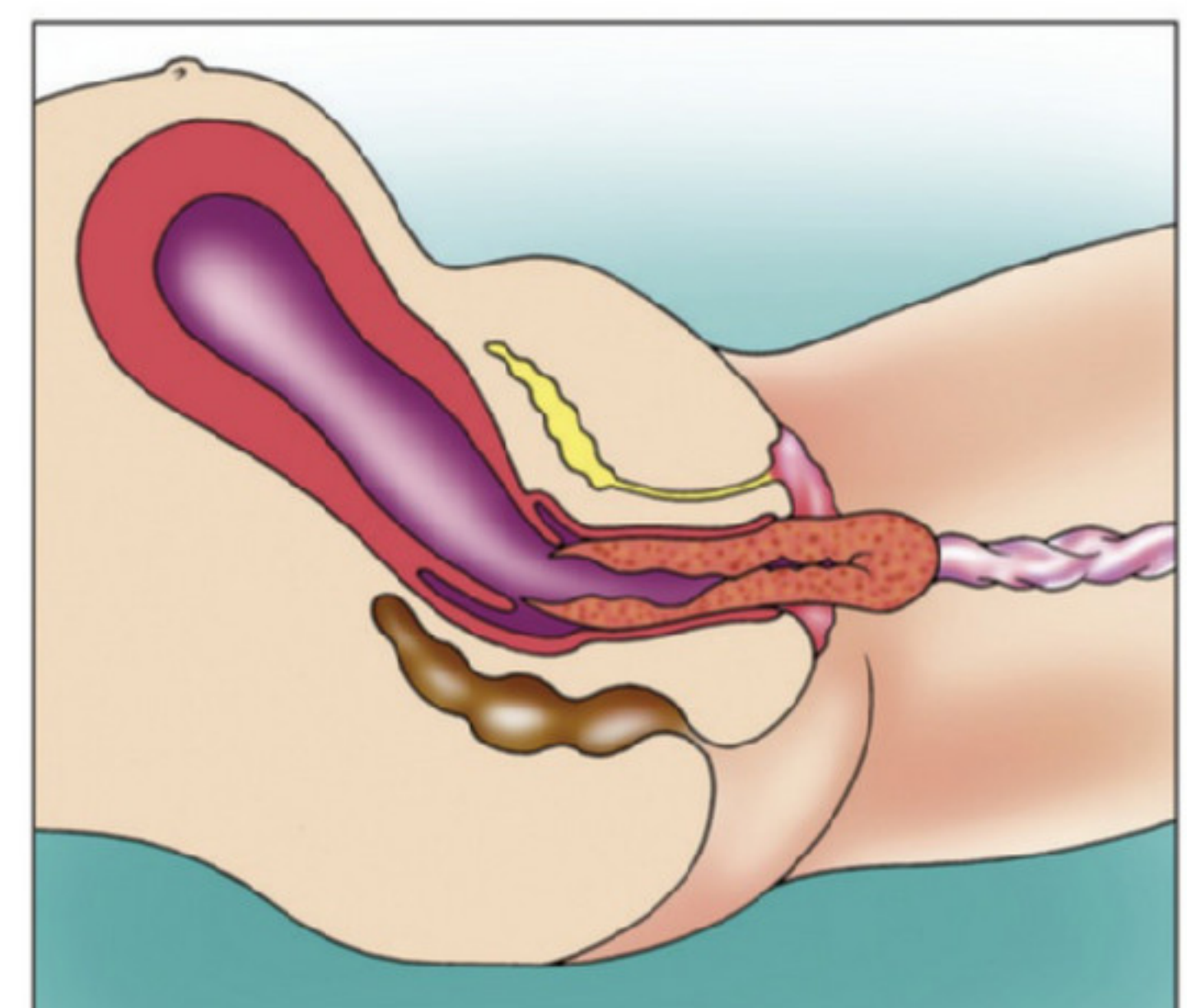
▼ Afb. 35 Na de geboorte.



1 restjes slijm worden uit de mond van de baby gehaald



2 de navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt



3 nageboorte

▼ **Afb. 36** Een moeder met een pasgeboren baby.



Het stukje van de navelstreng van de baby droogt uit. Daarna valt het af. Dit duurt ongeveer een week. Hierna ontstaat de **navel**. Dit is het litteken op de buik waar de navelstreng heeft gezeten.

Als de baby eruit is, is de bevalling nog niet helemaal afgelopen. Er ontstaan **naweeën**. Dit zijn samentrekkingen van de baarmoederwandspieren. Hierdoor komen de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen ongeveer een kwartier na de baby via de vagina naar buiten (zie afbeelding 35.3). Dit noemen we de **nageboorte**. De naweeën en nageboorte worden geregeld door hormonen. Het is belangrijk dat alle onderdelen uit de baarmoeder zijn. Anders zou de moeder veel bloed kunnen verliezen. Of er zouden ontstekingen kunnen ontstaan. Daarom controleert de verloskundige of arts of de nageboorte compleet is.

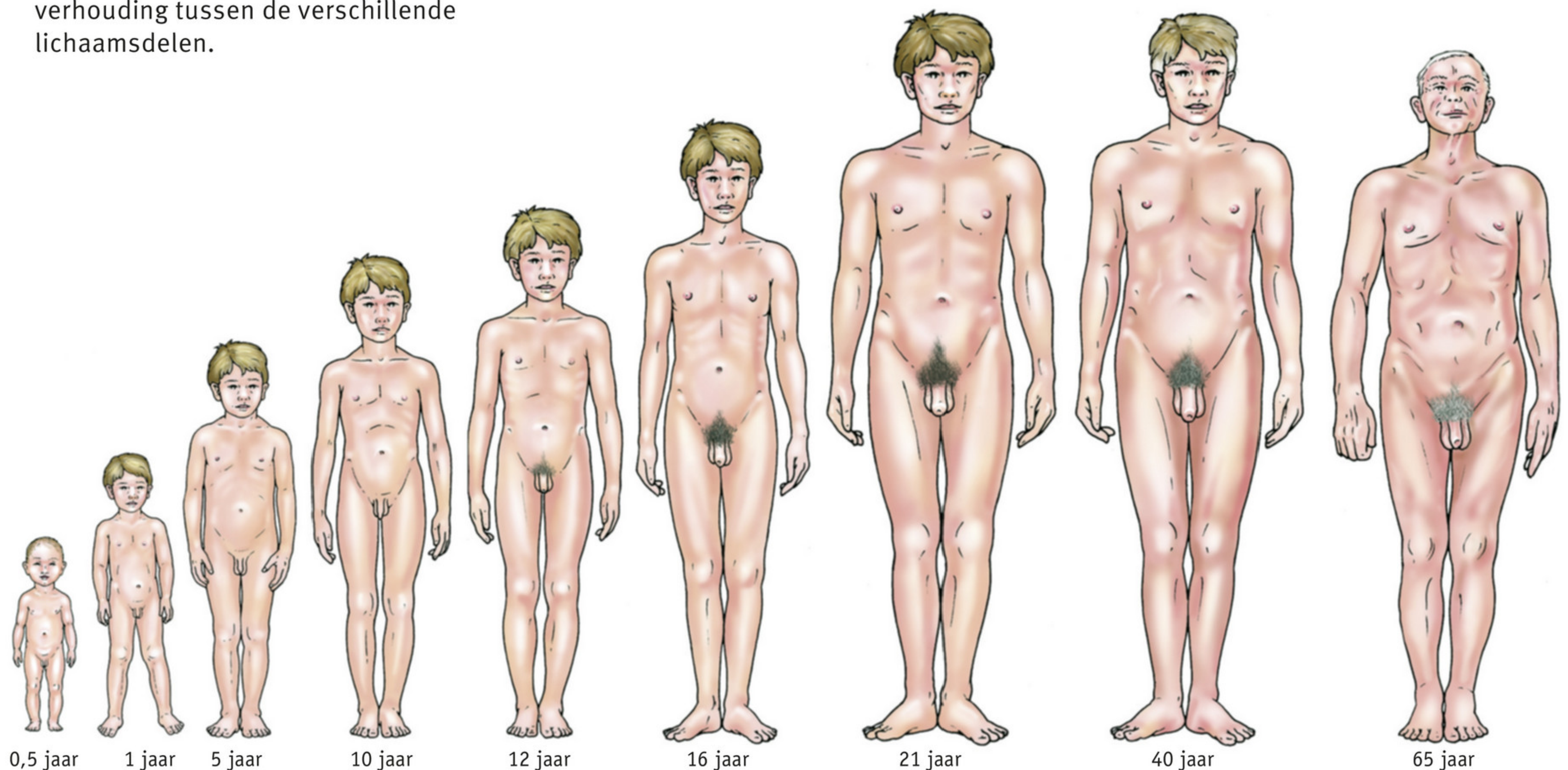
HET LEVEN VAN DE MENS

In thema 1 Organen en cellen heb je geleerd dat elk organisme een levensloop heeft. Je wordt geboren, je groeit, je wordt volwassen, je krijgt kinderen en je sterft.

Je groeit vanaf je geboorte en stopt daarmee als je ongeveer 18 jaar bent. Tijdens deze groei en ontwikkeling veranderen de verhoudingen tussen de verschillende lichaamsdelen (zie afbeelding 37). Zo is je hoofd in het begin in verhouding groot.

We groeien en ontwikkelen niet alleen lichamelijk, maar ook geestelijk. De geestelijke groei en ontwikkeling gaan veel langer door dan tot je 18e levensjaar.

▼ **Afb. 37** Groei en ontwikkeling van de mens: verandering in de verhouding tussen de verschillende lichaamsdelen.



De ontwikkeling van baby tot en met volwassen mens kun je in verschillende **levensfasen** indelen (zie afbeelding 38). Deze levensfasen duren niet bij iedereen even lang. Bij sommige kinderen gaat de ontwikkeling wat sneller dan bij andere kinderen. Zo zijn er baby's die al lopen voor hun eerste verjaardag, maar ook peuters die op hun tweede verjaardag nog niet kunnen lopen.

WB OPDRACHT 36 T/M 41 BLZ. 69

▼ Afb. 38

LEVENSFASEN VAN DE MENS

Baby 0–1,5 jaar

Een baby leert onder andere zitten, staan, lopen, met zijn voetjes spelen, blokjes oppakken en reageren op andere mensen.



Peuter 1,5–4 jaar

Een peuter leert onder andere traplopen, tegen een bal schoppen, een torentje bouwen, met een lepel eten en praten.



Kleuter 4–6 jaar

Een kleuter leert onder andere fietsen, klimmen, tekenen, veters strikken en met andere kinderen spelen.



Schoolkind 6–12 jaar

Een schoolkind leert onder andere lezen, schrijven en rekenen.



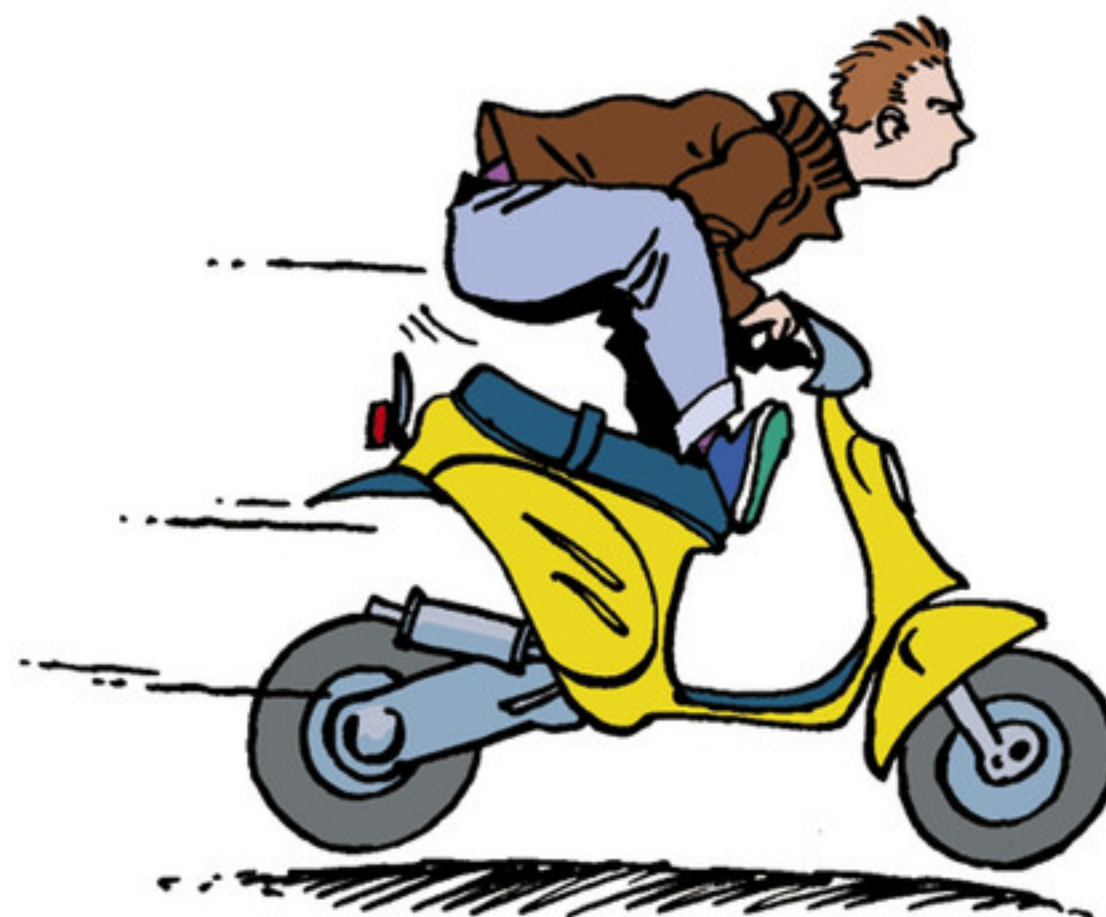
Puber 12–16 jaar

In de puberteit beginnen de voortplantingsorganen te functioneren (onder invloed van hypofysehormonen) en komen de secundaire geslachtskenmerken tot ontwikkeling (onder invloed van geslachtshormonen).



Adolescent 16–21 jaar

Een adolescent leert zelfstandig te worden.



Volwassene 21–65 jaar

Veel volwassenen krijgen kinderen.



Bejaarde boven 65 jaar

Veel bejaarden krijgen op latere leeftijd lichamelijke of geestelijke gebreken en hebben verzorging nodig.



7 Seksueel overdraagbare aandoeningen

Op tv, in een openbaar toilet, op een bushokje: reclames voor condooms kom je op allerlei plekken tegen. Condooms beschermen je tegen ziekten die je alleen kunt krijgen door seks te hebben met iemand die besmet is. Deze ziekten worden **seksueel overdraagbare aandoeningen (soa's)** of **geslachtsziekten** genoemd.

VEILIG VRIJEN

Ruim de helft van de jongeren heeft na drie maanden verkering seks zonder een condoom te gebruiken. Dat blijkt uit onderzoek. Als je een vaste relatie hebt, betekent dat niet dat je geen soa meer kunt krijgen. Kun je dan nooit stoppen met het vrijen met condoom? Jawel, dat kan. Je kunt je allebei laten testen. Als na deze test blijkt dat jullie beiden geen soa hebben, kun je zonder condoom vrijen. Je hoeft dan niet bang te zijn besmet te worden. Je moet er dan wel op kunnen vertrouwen dat je partner niet vreemdgaat.

Door veilig te vrijen zorg je ervoor dat je niet besmet raakt. De enige manier om je te beschermen tegen soa's is door een condoom te gebruiken.

De bacteriën of virussen die de ziekten veroorzaken, worden niet alleen bij geslachtsgemeenschap overgedragen. Ook bij orale seks (pijpen en beffen) of contact met de vagina, penis of anus kun je besmet raken. Je kunt een soa niet oplopen op een vies toilet of door uit het glas van een ander te drinken. De meest voorkomende soa in Nederland is chlamydia; de meest bekende is aids. Andere veelvoorkomende soa's zijn **genitale wratten**, **gonorroe (druiper)** en **syfilis**.

De meest voorkomende soa's in Nederland zijn: bacteriële vaginosa, candida, chlamydia, genitale wratten, gonorroe, hepatitis B, herpes genitalis, hiv, syfilis en trichomonas.

Candida wordt veroorzaakt door een schimmel. Candida is niet alleen seksueel overdraagbaar. Je kunt het bijvoorbeeld ook krijgen door de vagina of penis vaak te wassen met zeep. Bij candida heb je last van afscheiding en jeuk aan de vagina of penis.

In tabel 1 staan van enkele soa's de ziekteverschijnselen, de behandelwijzen en de mogelijke gevolgen zonder behandeling.

CHLAMYDIA

Chlamydia komt vooral voor bij jongeren tussen de 15 en 30 jaar (zie afbeelding 39). De bacterie die chlamydia veroorzaakt, komt voor in de urinebuis en de baarmoederhals. Maar liefst twee derde van de vrouwen en de helft van de mannen met chlamydia merkt er niets van. Je kunt de ziekte dan toch overdragen aan anderen.

De chlamydiabacterie kan een ontsteking veroorzaken van de anus, de baarmoedermond en de urinebuis. De ontsteking veroorzaakt bij mannen een (waterige) afscheiding uit de penis, pijn bij het plassen en pijn in de balzak.

▼ **Tabel 1** Soa's en hun ziekteverschijnselen.

Ziekte	Ziekteverschijnselen	Hoe te genezen?	Mogelijke gevolgen zonder behandeling
Chlamydia	- Vaak zonder verschijnselen - Meer (of andere) afscheiding uit penis, vagina of anus - Branderig gevoel bij het plassen - Bijbalontsteking	Antibiotica	- Eileiderontsteking - Onvruchtbaarheid - Buitenbaarmoederlijke zwangerschap
Gonorroë	- Meer (of andere), soms etterige afscheiding uit penis of vagina - Branderig gevoel bij het plassen - Vrouwen merken vaak niets	Antibiotica	- Eileiderontsteking - Onvruchtbaarheid - Bijbalontsteking
Hepatitis B	- Ernstige vermoeidheid - Misselijkheid - Pijn in de bovenbuik	Geen medicijn (moet vanzelf genezen, maar in sommige gevallen geneest het niet)	Levercirrose (=verschrompelen van de lever)
Herpes genitalis	Aanvallen van blaasjes en zweertjes rondom de vagina/penis of anus	- Niet te genezen - Medicijnen remmen een aanval	Geen gevolgen
Hiv/aids	Geen specifieke kenmerken	- Niet te genezen - Hiv-remmers remmen de ziekte	- Vatbaarheid voor allerlei ziekten - Aids heeft de dood tot gevolg
Syfilis	Zweertjes of vlekjes op penis, vagina, anus of mond	Antibiotica	Na jaren: aantasting van organen en anus of mond; kan zelfs de dood tot gevolg hebben

Bij vrouwen kan de ontsteking pijn bij het plassen, bij het vrijen en in de onderbuik veroorzaken. Ook bloedverlies uit de vagina en meer of andere vaginale afscheiding komen voor. Als je niet weet dat je chlamydia hebt en je neemt geen medicijnen, dan breidt de bacterie zich uit. De bacterie veroorzaakt dan een ontsteking in de eileiders of de bijballen. Dit kan onvruchtbaarheid veroorzaken. Als je weet dat je chlamydia hebt, is die gemakkelijk te genezen. Je krijgt dan antibiotica. Na de kuur is de bacterie weg en heb je geen chlamydia meer.

▼ **Afb. 39**

'Khloé Kardashian deed soa-test na overspel echtgenoot'

Khloé Kardashian heeft zich een aantal maanden geleden laten testen op soa's. Dit deed ze nadat bekend werd dat haar man Lamar Odom haar had bedrogen met vijf verschillende vrouwen. 'Khloé voelde zich helemaal misselijk toen Lamar toegaf dat hij haar niet alleen had bedrogen, maar dat hij ook niet iedere keer een condoom had gebruikt,' aldus de insider. 'Lamar wilde niet zeggen met hoeveel vrouwen hij was vreemdgegaan, maar

Khloé weet dat het in ieder geval om vijf vrouwen gaat, alleen al in het afgelopen jaar.' De zus van Kim Kardashian heeft zich op allerlei verschillende ziekten laten testen. 'Ze is gelukkig gezond, maar ze had niet gedacht dat dit haar ooit zou overkomen. Het is al erg genoeg dat Lamar zijn huwelijksgeloften niet is nagekomen, maar dat hij haar gezondheid op het spel heeft gezet, is walgelijk,' vertelt een vriendin van Khloé.



Khloé Kardashian

HIV EN AIDS

Aids (acquired immune deficiency syndroom) is een van de bekendste soa's. Dat komt vooral doordat deze soa vaak een dodelijke afloop heeft. Aids wordt veroorzaakt door een virus: **hiv** (human immunodeficiency virus). Dit virus maakt het afweersysteem van het lichaam kapot. Hierdoor ben je niet meer beschermd tegen allerlei ziekten, zoals darm- en longontsteking of een zeldzame vorm van huidkanker. Een gezonde persoon zal van deze ziekten genezen. Maar als je aids hebt, heb je geen afweersysteem meer dat voor genezing kan zorgen.

Hiv en aids zijn niet hetzelfde. Iemand met hiv is besmet met het virus. In zijn bloed is het aidsvirus aanwezig. Als iemand met hiv ziekteverschijnselen krijgt, dan noemen we dat aids. Of je het virus hebt, kan worden getest door bloed te onderzoeken. Als het virus in het bloed aanwezig is, dan is deze persoon **seropositief**. Een seropositieve persoon wordt in Nederland direct doorverwezen naar een hiv-behandelcentrum. Door regelmatig bloedonderzoek wordt gekeken hoe het virus zich in het lichaam ontwikkelt. Gekeken wordt of het virus veel invloed op de gezondheid van de persoon heeft. **Aidsremmers** zorgen ervoor dat je je zolang mogelijk goed blijft voelen. Door aidsremmers deelt het virus zich minder snel. Er is nog geen geneesmiddel tegen het virus. Je kunt dus niet van hiv genezen. Dit komt doordat het virus steeds een klein beetje verandert.

Het kan een aantal maanden duren voordat hiv overgaat in aids, maar het kan ook tientallen jaren duren. Aidsremmers maken deze tijd langer, maar ze zijn duur. Daardoor gaan in arme landen veel meer mensen dood aan aids dan in rijke landen, zoals Nederland.

Je kunt het aidsvirus binnenkrijgen via bloed, sperma, vaginaal vocht of voorvocht van een besmette persoon. Voorvocht komt uit de penis voor de zaadlozing. De meeste besmetting vindt plaats door seks zonder condoom. Druggebruikers kunnen elkaar besmetten door elkaars spuiten en naalden te gebruiken. Je kunt *niet* worden besmet door niezen, hoesten, zoenen of door elkaars bestek te gebruiken.

SOA-TEST

Zolang je nog geen 25 jaar bent, kun je gratis een soa-test laten doen. Dat kan bij je huisarts of bij de GGD. Uiteraard is zo'n test niet nodig als je nog geen seks hebt gehad, of als je het altijd veilig hebt gedaan. Je hoeft je niet te schamen als je een test laat doen. Er zijn jaarlijks tienduizenden jongeren die een soa-test laten doen. Het advies is je na onveilige seks altijd te laten testen. Omdat een soa niet meteen is aan te tonen, is het beter hiermee tien dagen te wachten.

Er zijn verschillende tests. Welke test je krijgt, hangt af van de risico's die je hebt gelopen. Bijvoorbeeld met wie je seks hebt gehad en hoe vaak je onveilige seks hebt gehad. Bij mannen is een urinetest vaak voldoende. Hiermee kan onder andere op chlamydia en gonorroe worden getest. Bij vrouwen is een uitstrijkje nodig. Voor een uitstrijkje van de vagina ga je met een wattenstaafje naar binnen en strijk je tien seconden over de wand van de vagina. Om op syfilis, hepatitis B en hiv te testen, is een bloedtest nodig.

8 Geboorteregeling

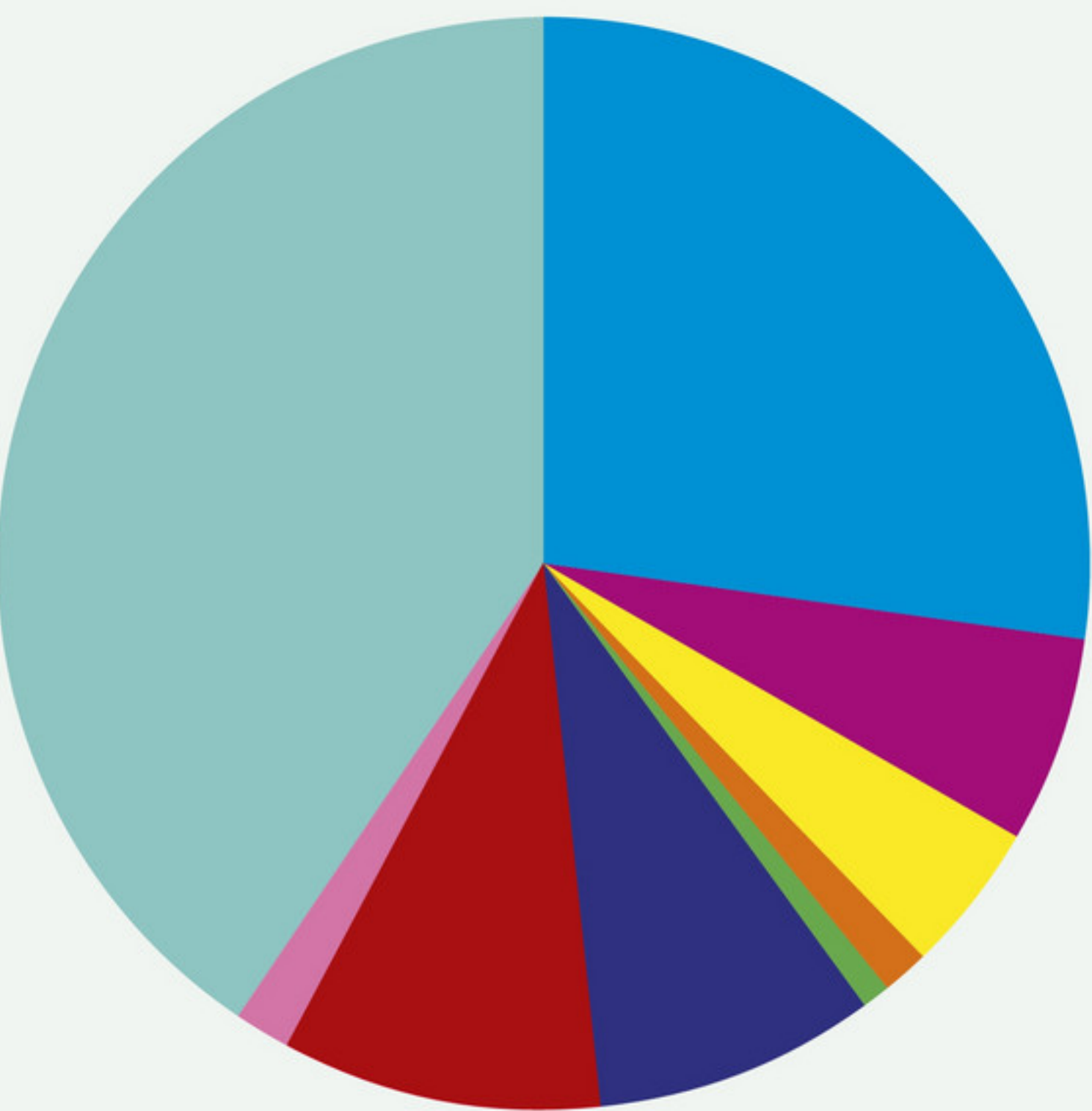
Als je wel seks wilt hebben, maar niet zwanger wilt worden, kun je gebruikmaken van bepaalde middelen. Deze middelen zorgen ervoor dat er geen bevruchting plaatsvindt. Dit noemen we ook wel **geboorteregeling**. De middelen die je kunt gebruiken, zijn **voorbehoedmiddelen** (**anticonceptiemiddelen**). De bekendste voorbehoedmiddelen zijn het condoom en de pil (zie afbeelding 40). Meer dan de helft van de vrouwen onder de 50 jaar gebruikt een voorbehoedmiddel om niet zwanger te worden.

▼ Afb. 40

Welke voorbehoedmiddelen gebruiken vrouwen in Nederland?

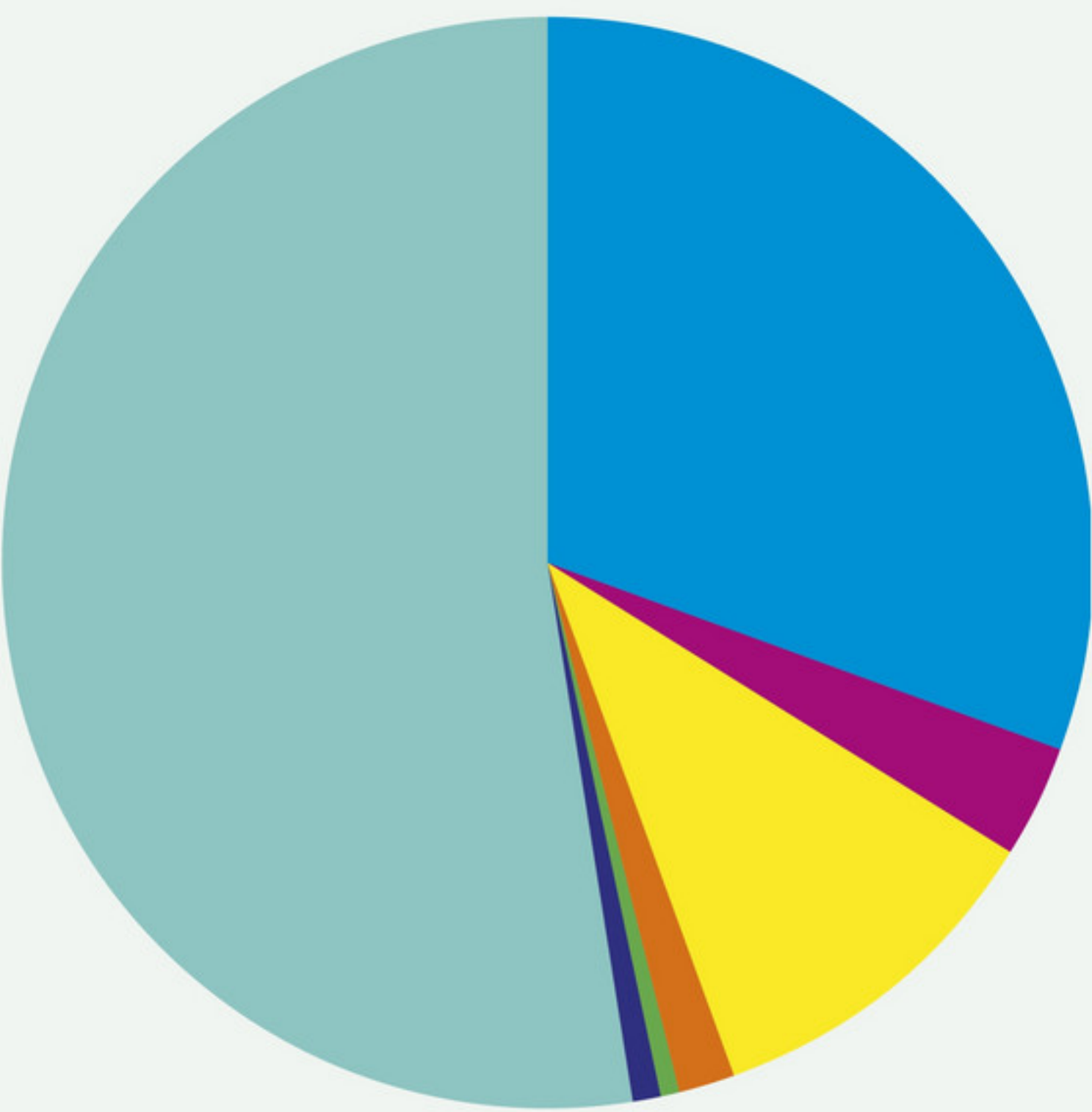
Als je seksueel actief wordt, wil je meestal nog niet zwanger worden. Veel vrouwen gebruiken de pil én het condoom. Zo ben je ook beschermd tegen soa's. In de cirkeldiagrammen is weergegeven welke

voorbehoedmiddelen worden gebruikt door vrouwen van 15 tot 49 jaar. Ook zie je welke voorbehoedmiddelen worden gebruikt door meisjes tussen 15 en 19 jaar.



- Legenda:
- pil (27,4%)
 - condoom (6,3%)
 - pil en condoom (4,4%)
 - prikpil (1,4%)
 - NuvaRing (0,9%)
 - spiraal (8,3%)
 - sterilisatie (9,4%)
 - anders (1,5%)
 - geen anticonceptie (40,4%)

1 anticonceptiegebruik van vrouwen in Nederland 15-49 jaar in procenten



- Legenda:
- pil (30,6%)
 - condoom (3,5%)
 - pil en condoom (10,6%)
 - prikpil (1,5%)
 - NuvaRing (0,6%)
 - spiraal (0,9%)
 - geen anticonceptie (52,3%)

2 anticonceptiegebruik van vrouwen in Nederland 15-19 jaar in procenten

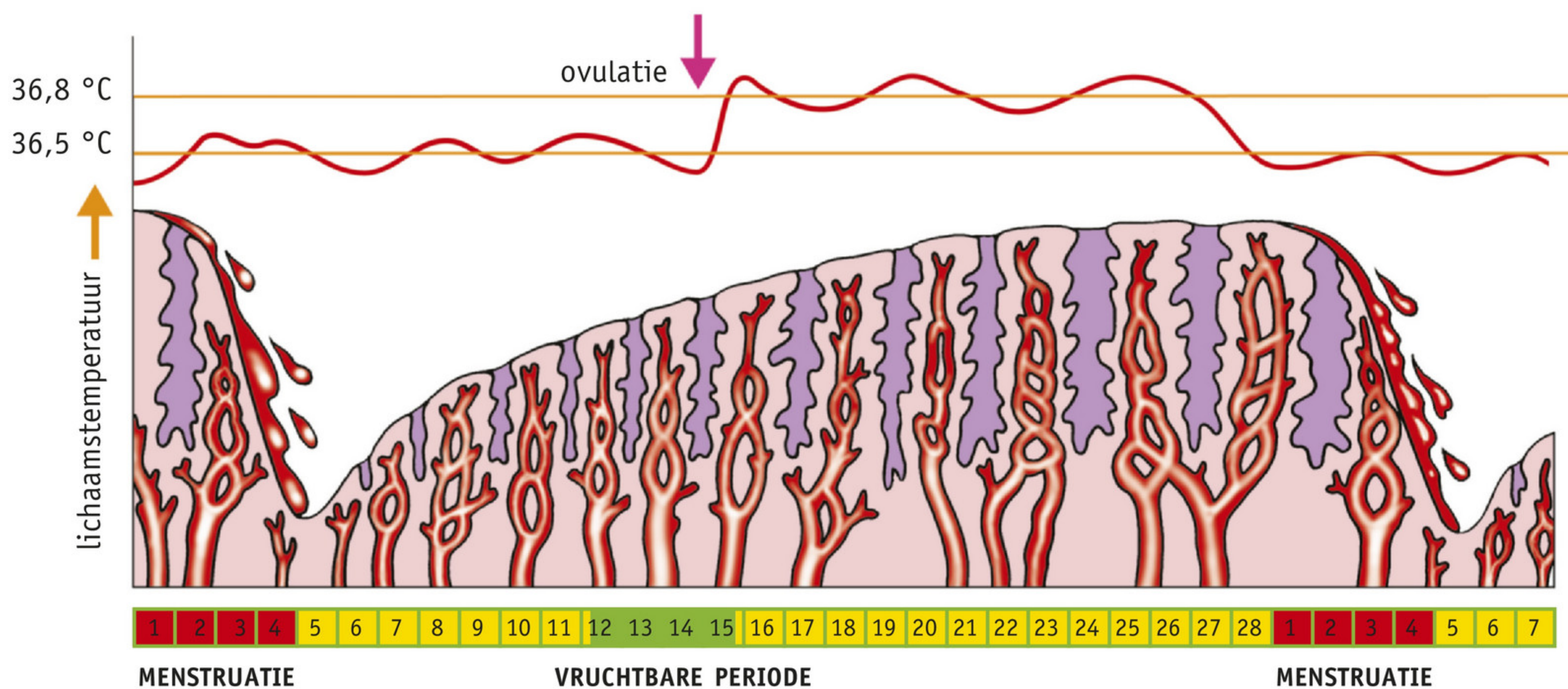
ONBETROUWBARE METHODEN

Er zijn ook manieren om de kans op een zwangerschap te verkleinen zonder voorbehoedmiddelen te gebruiken. Een van die manieren is **periodieke onthouding**. Hierbij hebben een man en een vrouw geen geslachtsgemeenschap in de 'vruchtbare periode'. De vruchtbare periode is van drie dagen voor de ovulatie tot één dag erna.

Periodieke onthouding is niet erg betrouwbaar. Het is moeilijk precies te bepalen wanneer de ovulatie plaatsvindt en dus wanneer de vruchtbare periode is.

Je kunt bepalen wanneer de ovulatie ongeveer plaatsvindt door de lichaamstemperatuur van de vrouw te meten. De lichaamstemperatuur is ná de ovulatie tot aan de volgende menstruatie gemiddeld 0,3 °C hoger dan vóór de ovulatie (zie afbeelding 41). De hogere lichaamstemperatuur kan dan een aanwijzing zijn dat de ovulatie heeft plaatsgevonden.

▼ **Afb. 41** Verloop van de lichaamstemperatuur gedurende de menstruatiecyclus.



Een andere anticonceptiemethode zonder voorbehoedmiddelen is **coïtus interruptus** (onderbroken geslachtsgemeenschap). Hierbij trekt de man zijn penis uit de vagina terug als hij zijn orgasme voelt aankomen. De zaadlozing vindt dan buiten de vagina plaats.

Ook deze methode is onbetrouwbaar. Voor de zaadlozing komt er al vocht uit de penis. Dit vocht heet **voorvocht**. In het voorvocht zitten ook zaadcellen. Deze zaadcellen kunnen de eikel bevruchten.

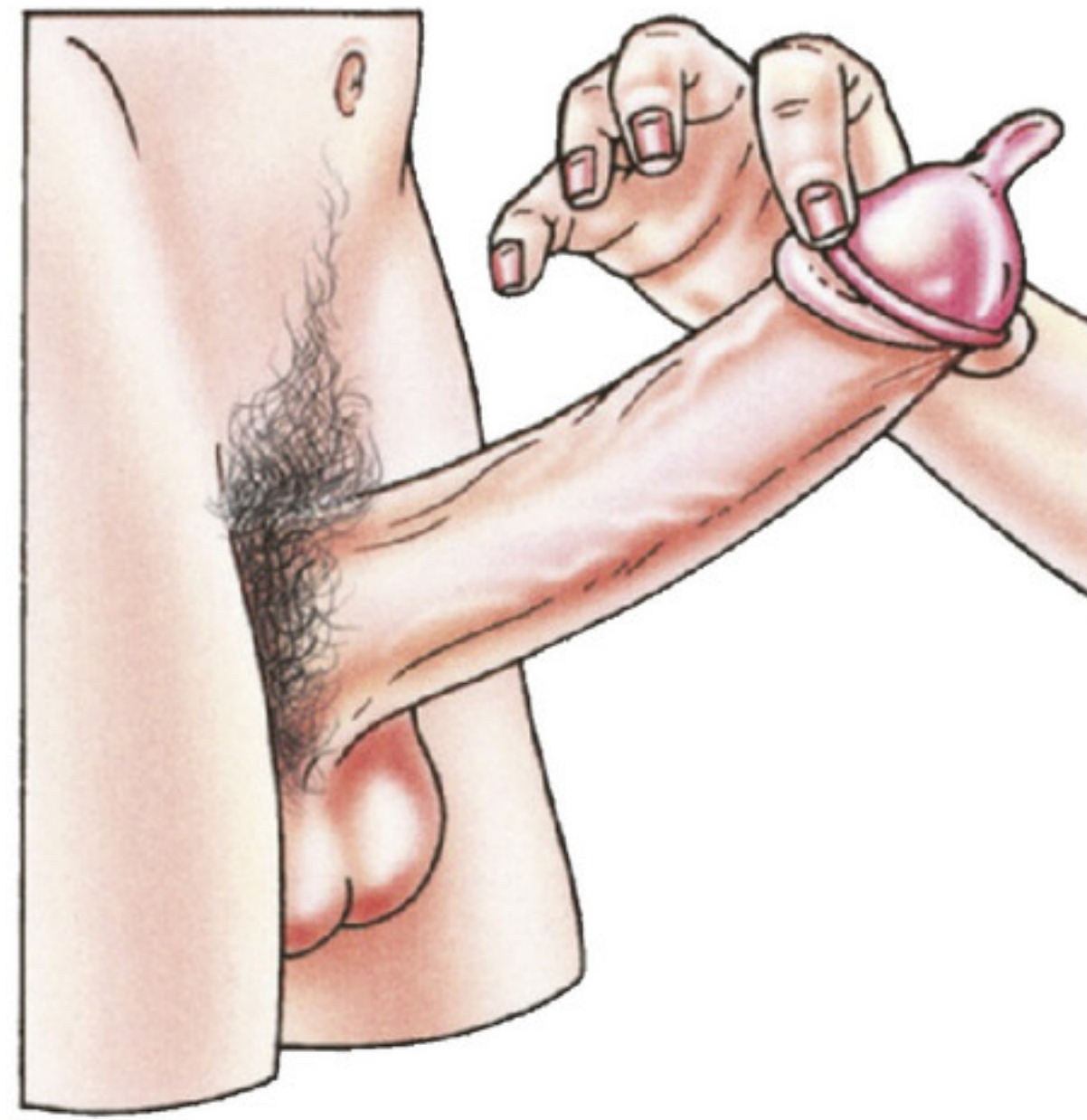
▼ **Afb. 42** Condooms.



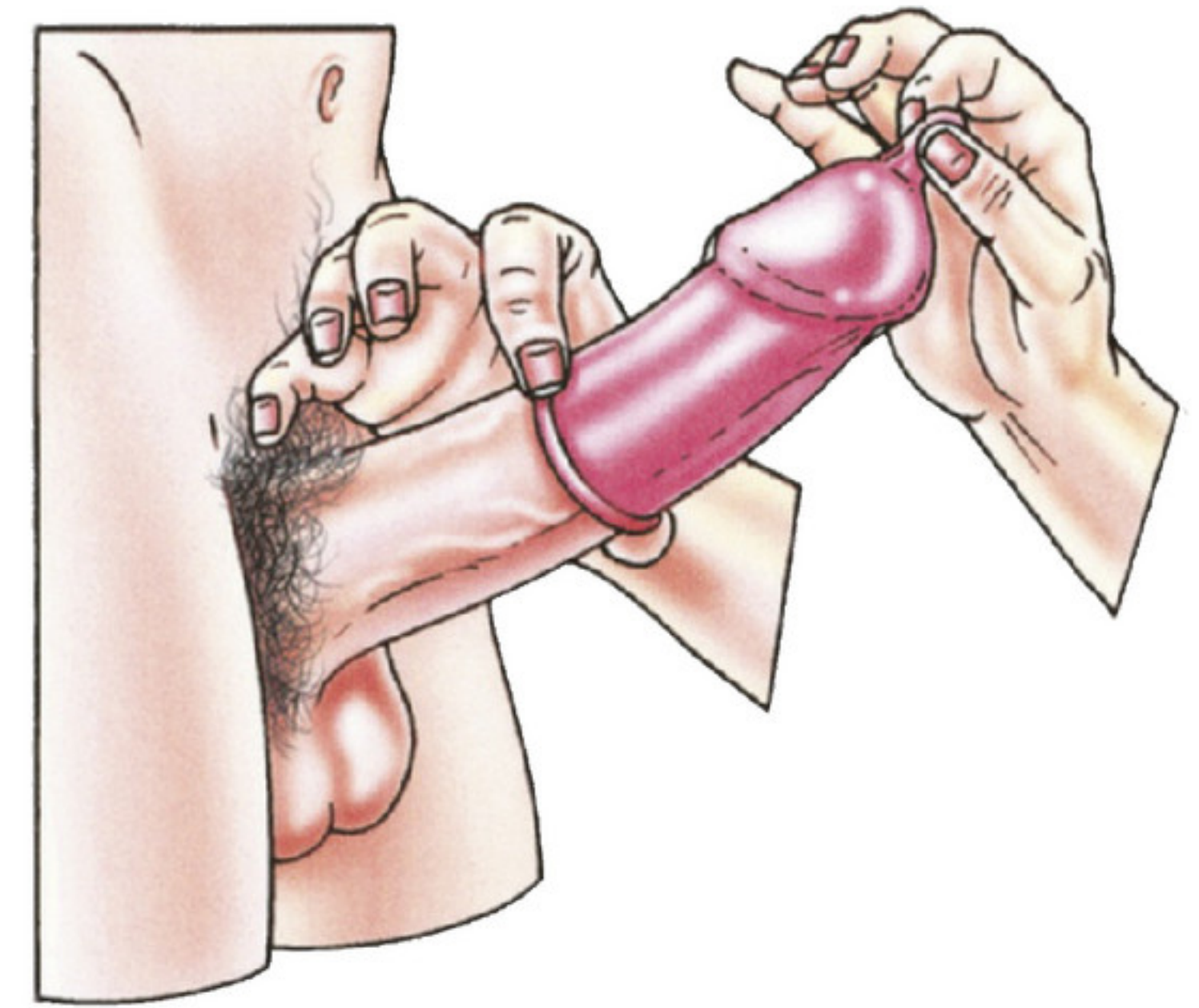
CONDOOM

Een **condoom** is het enige voorbehoedmiddel dat tegen soa's en tegen zwangerschap beschermt. Er zijn condooms voor mannen en voor vrouwen. Een condoom is gemaakt van latex (een soort rubber). Condooms zijn gemakkelijk verkrijgbaar, goedkoop en betrouwbaar.

Het mannencondoom wordt veruit het meest gebruikt (zie afbeelding 42). Je rolt het om de penis in erectie (zie afbeelding 43). Het latex houdt de zaadcellen tegen. Daardoor komen ze niet in de vagina van de vrouw. Het is belangrijk dat je een condoom goed gebruikt.

► **Afb. 43** Gebruik van condooms.

1 Plaats het condoom om de eikel.

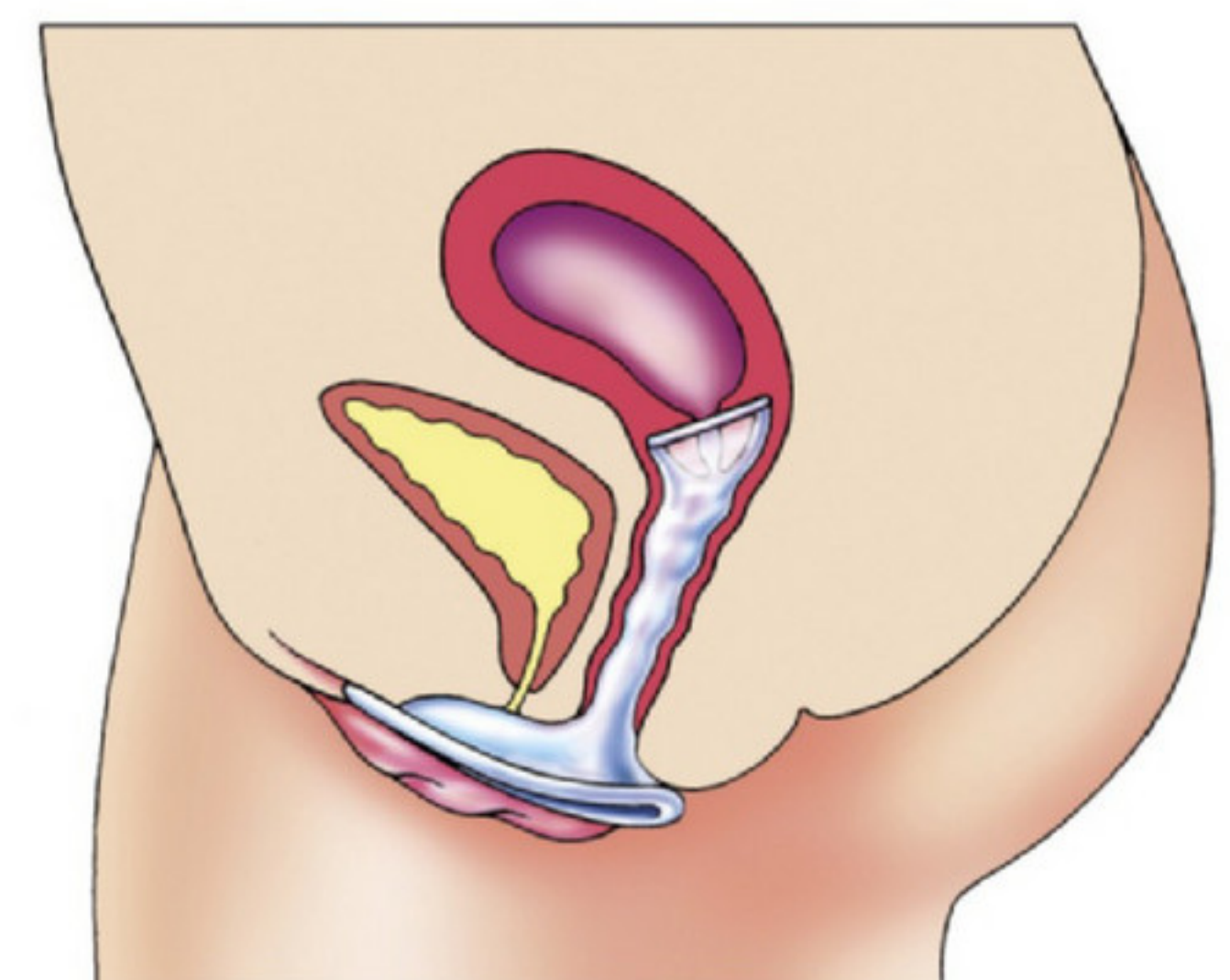


2 Houd het topje van het condoom vast en rol met de andere hand het condoom over de penis.

Een **vrouwencondoom** breng je in de vagina in (zie afbeelding 44). Dit kan al enkele uren voor het vrijen gebeuren. Het mannencondoom kan pas tijdens de seks worden aangebracht. Je kunt beide condooms maar één keer gebruiken.

► **Afb. 44** Vrouwencondoom.

1



2 een vrouwencondoom in de vagina

▼ **Afb. 45** Strips van de pil.**DE PIL**

De meeste voorbehoedmiddelen zijn gemaakt voor de vrouw. De pil is het populairste anticonceptiemiddel. De **anticonceptiepil** bevat hormonen. Deze zorgen ervoor dat er geen ovulatie plaatsvindt. Er komt dus geen eikel vrij die kan worden bevrucht.

De pil moet dagelijks worden ingenomen, steeds op ongeveer hetzelfde tijdstip. De pil wordt verpakt in strips voor drie weken (zie afbeelding 45). Na deze drie weken komt de stopweek. Tijdens de stopweek slik je de pil niet. Dan vindt de menstruatie plaats. Als je de pil gebruikt, is de menstruatie niet zo hevig. Daarom wordt de pil ook gebruikt door vrouwen met een erg pijnlijke menstruatie.

De pil is een erg betrouwbaar anticonceptiemiddel. Maar dan moet je de pil wel elke dag innemen.

Als je de pil wilt gaan gebruiken, moet je naar de huisarts. De huisarts schrijft dan een recept voor. De hormonen in de pil kunnen bijwerkingen hebben. Sommige vrouwen worden misselijk of krijgen hoofdpijn. De klachten gaan meestal na drie maanden over. Als dat niet zo is, moet je terug naar de huisarts. Je kunt dan een andere pil krijgen, bijvoorbeeld met minder hormonen.

▼ Afb. 46 Prikpil.



PRIKPIL

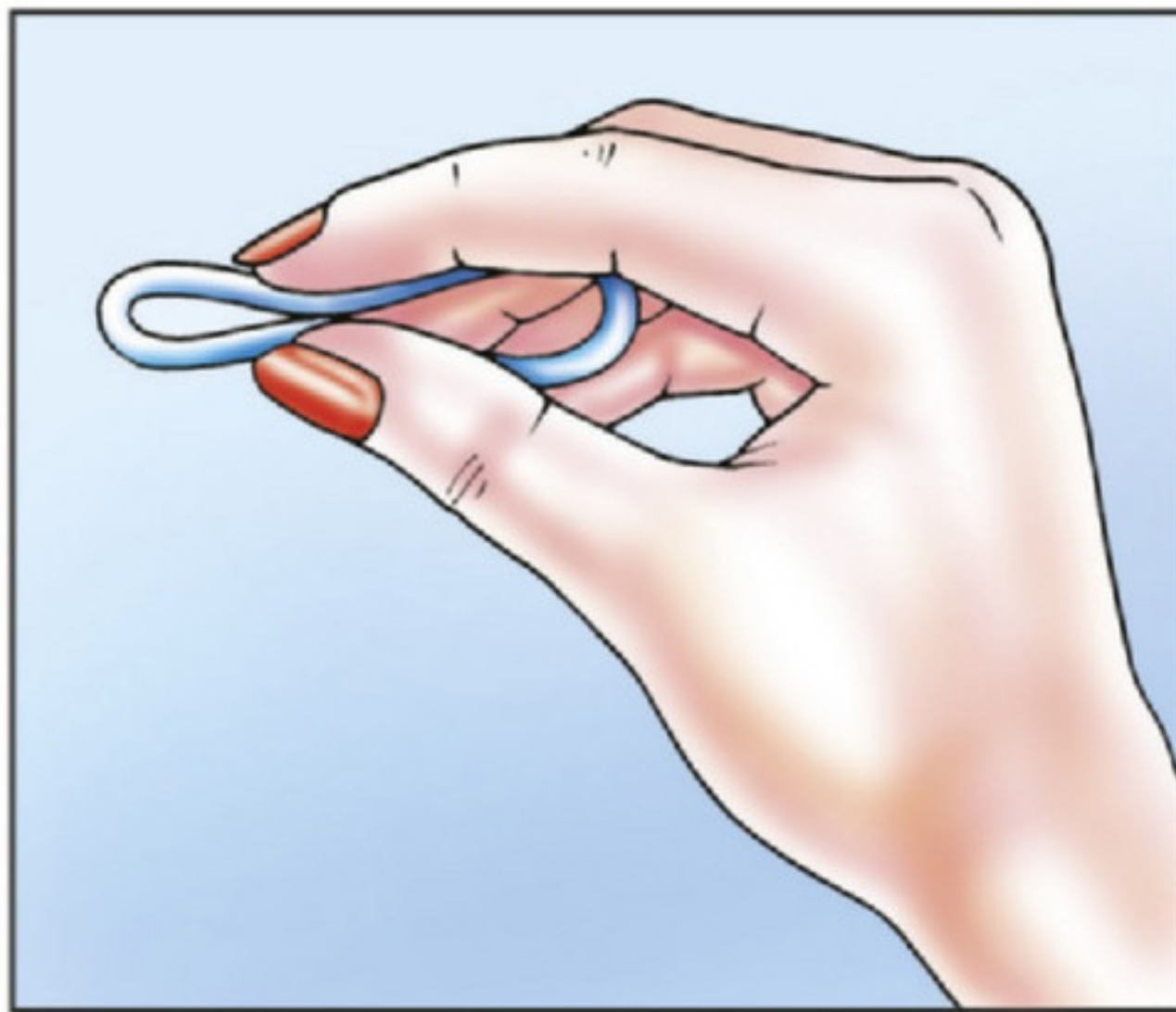
De werking van de prikpil lijkt veel op de anticonceptiepil. Ook de prikpil werkt met hormonen die de ovulatie stoppen. Bij de prikpil krijgt een vrouw om de drie maanden hormonen toegediend (zie afbeelding 46). Alleen de huisarts kan deze hormonen toedienen. Dit gebeurt in een spier of onder de huid.

De prikpil is erg betrouwbaar. Een voordeel is dat je de prikpil niet dagelijks hoeft in te nemen. Een van de bijwerkingen is dat de menstruatie afneemt en soms helemaal wegblijft. Je kunt de menstruatie niet regelen zoals dat bij de pil wel kan. Een ander nadeel ontstaat als vrouwen zwanger willen worden. Het kan een hele tijd duren voordat de ovulaties terugkomen. Soms zelfs meer dan twee jaar.

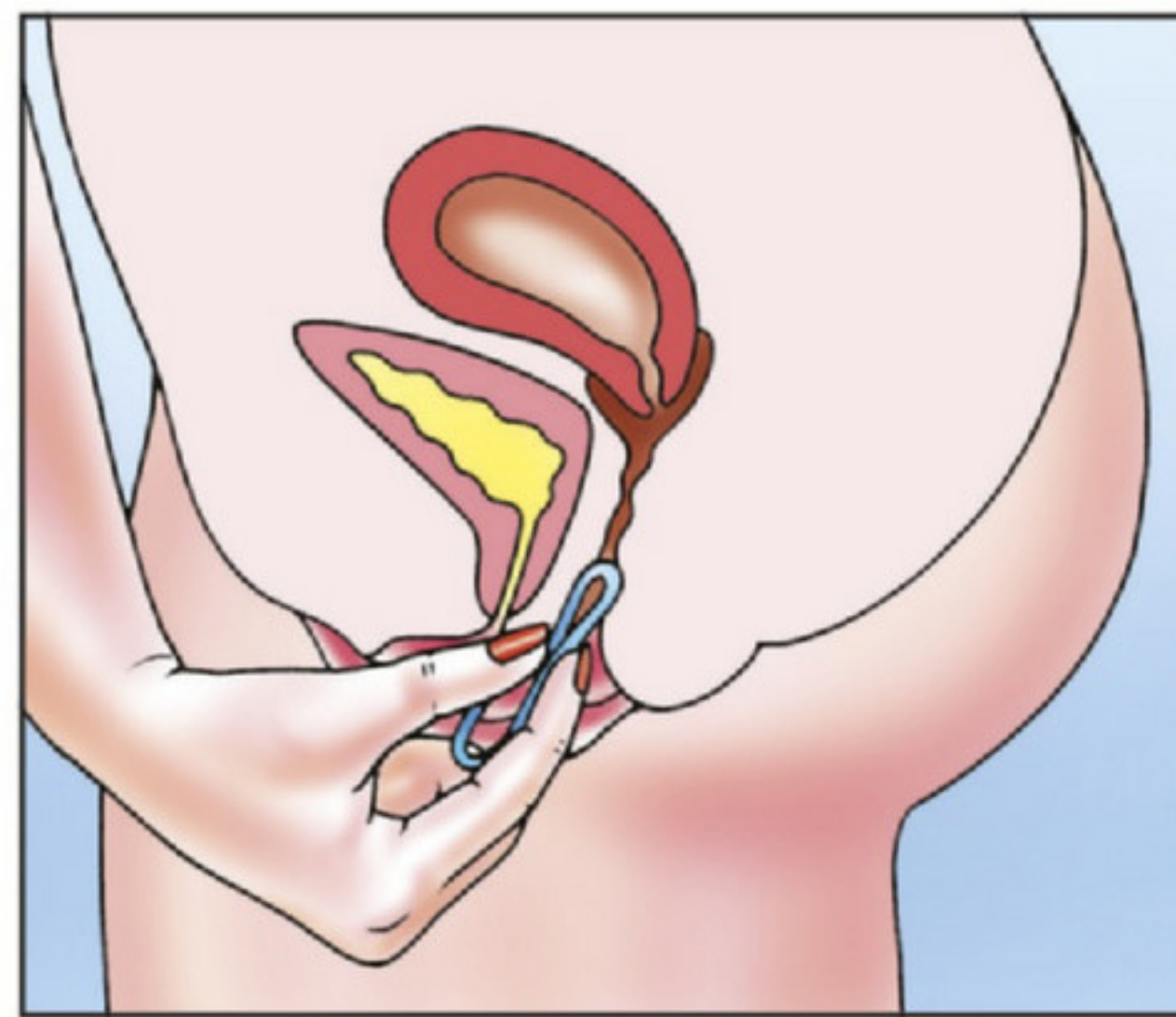
NUVARING

Net als de pil en de prikpil zorgt de NuvaRing er met hormonen voor dat er geen ovulatie plaatsvindt. Je kunt de NuvaRing zelf inbrengen in de vagina (zie afbeelding 47). De ring blijft drie weken in de vagina zitten.

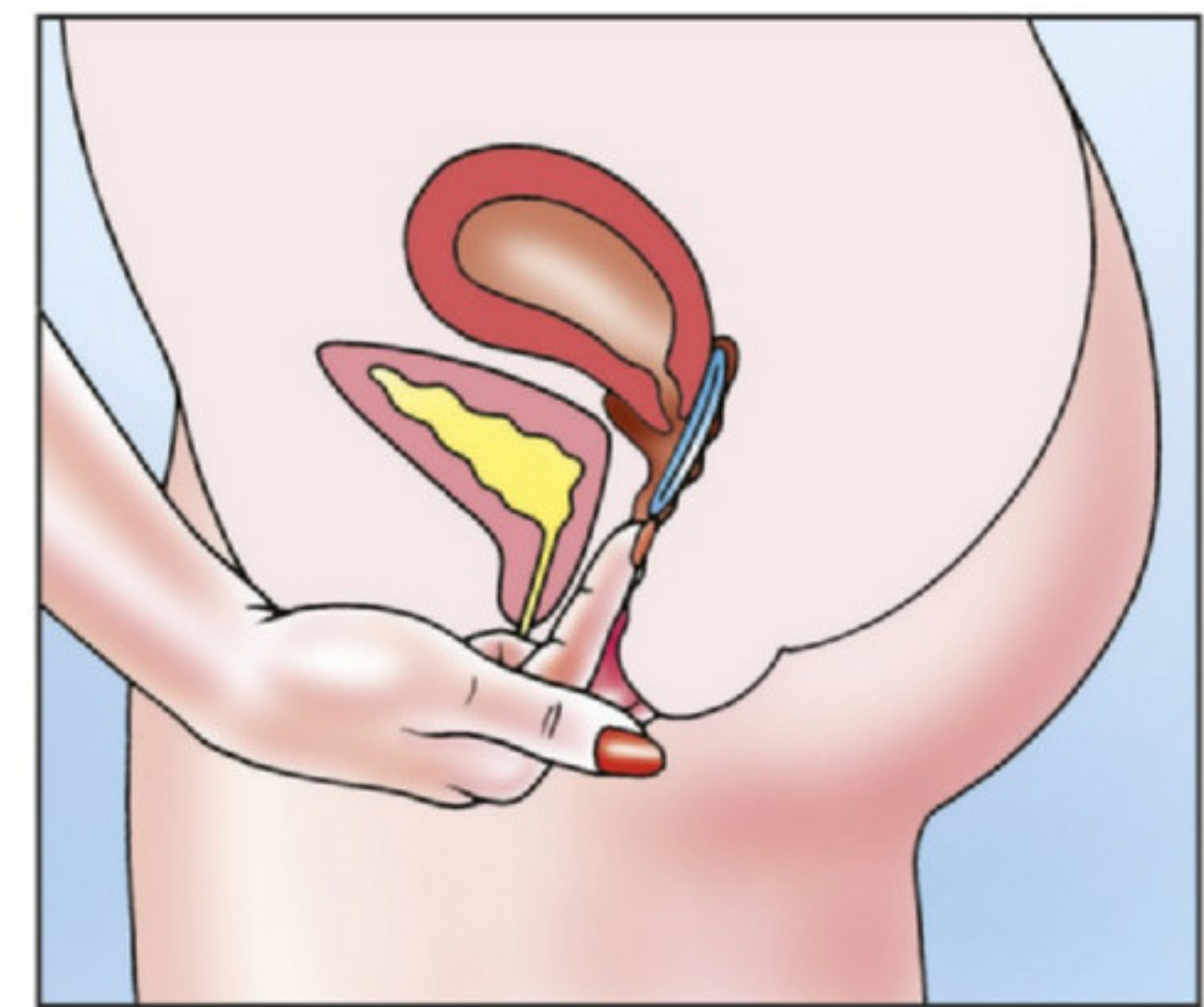
▼ Afb. 47 De NuvaRing inbrengen.



1 Druk de ring samen tussen duim en wijsvinger.



2 Breng de gevouwen ring voorzichtig in de vagina in.

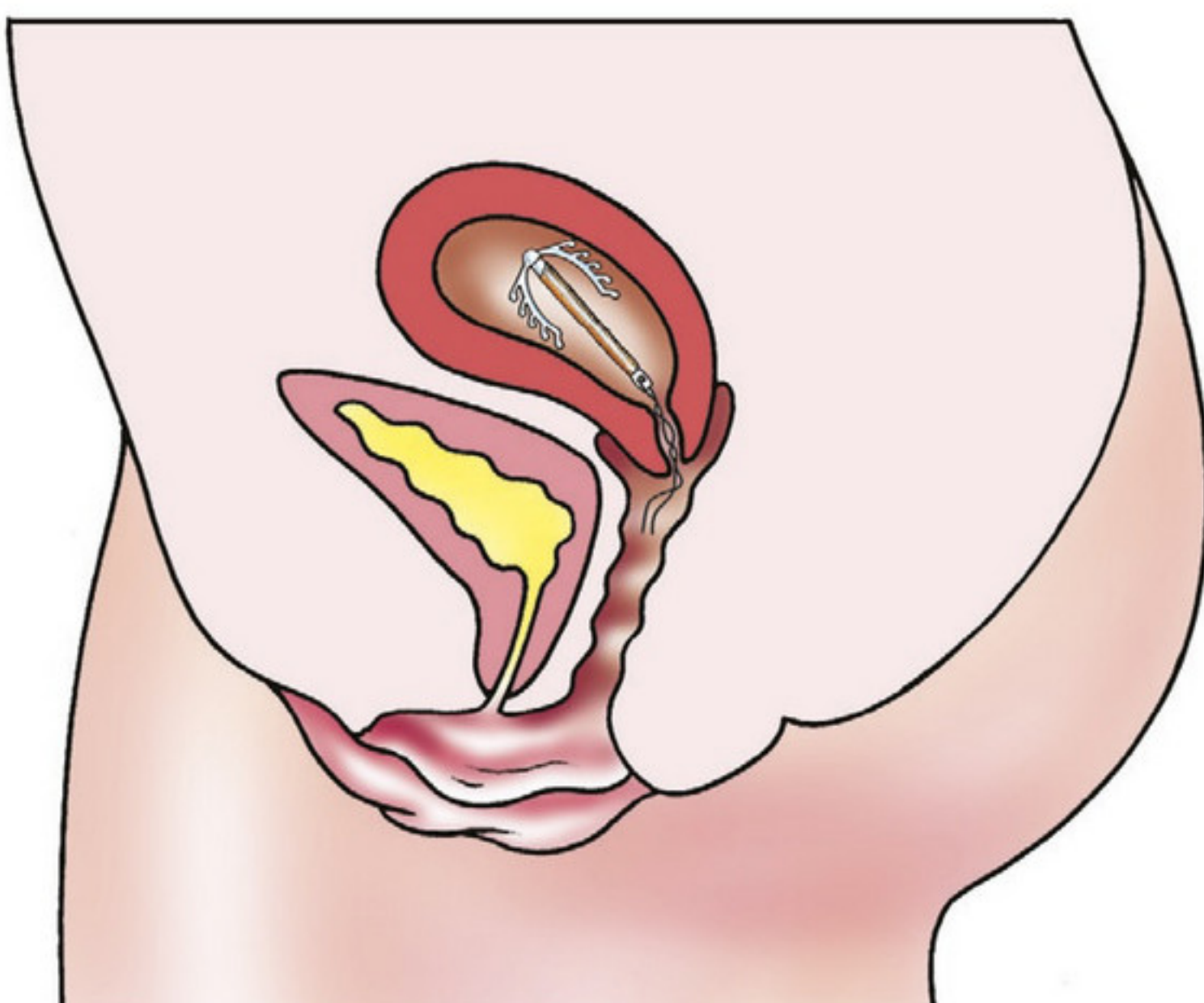


3 Duw de ring met de vinger zo hoog mogelijk de vagina in.

Elke dag geeft de ring een kleine hoeveelheid hormonen af. Deze hormonen worden opgenomen in het bloed. Na drie weken is er, net als bij de pil, een stopweek. Dan wordt de ring uit de vagina gehaald. Je wordt dan ongesteld. Aan het eind van de stopweek breng je een nieuwe NuvaRing in.

De NuvaRing heeft dezelfde werking als de pil en is net zo betrouwbaar. De hoeveelheid hormonen is kleiner dan bij de pil. Hierdoor kunnen de bijwerkingen minder zijn. Een ander voordeel is dat je niet elke dag meer aan de pil hoeft te denken.

▼ Afb. 48 Spiraaltje in de baarmoeder.



SPIRAALTJE

Een spiraaltje is een buigzaam plastic voorwerp dat in de baarmoeder wordt gebracht (zie afbeelding 48). Dit moet gebeuren door een arts.

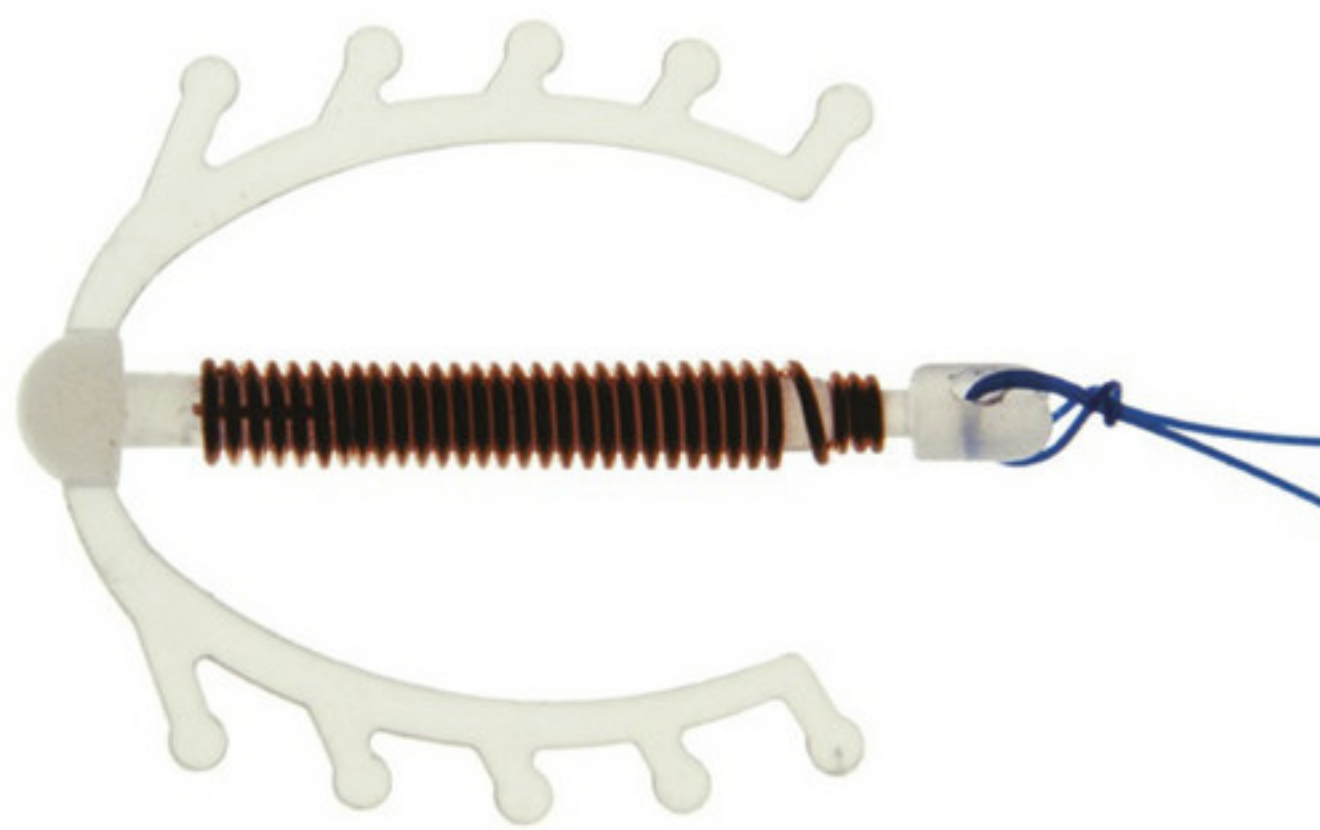
Er zijn twee soorten spiraaltjes: hormoonspiraaltjes en koperspiraaltjes.

Een hormoonspiraaltje geeft elke dag kleine hoeveelheden hormoon af (zie afbeelding 49.1). Deze hormonen verkleinen de kans op bevruchting en innesteling. Het is ongeveer even betrouwbaar als de pil. Door een hormoonspiraaltje is de menstruatie minder hevig en zijn er minder menstruatieklasten. Een hormoonspiraaltje kan vijf jaar blijven zitten. Daarna is het uitgewerkt.

▼ Afb. 49 Spiraaltjes.

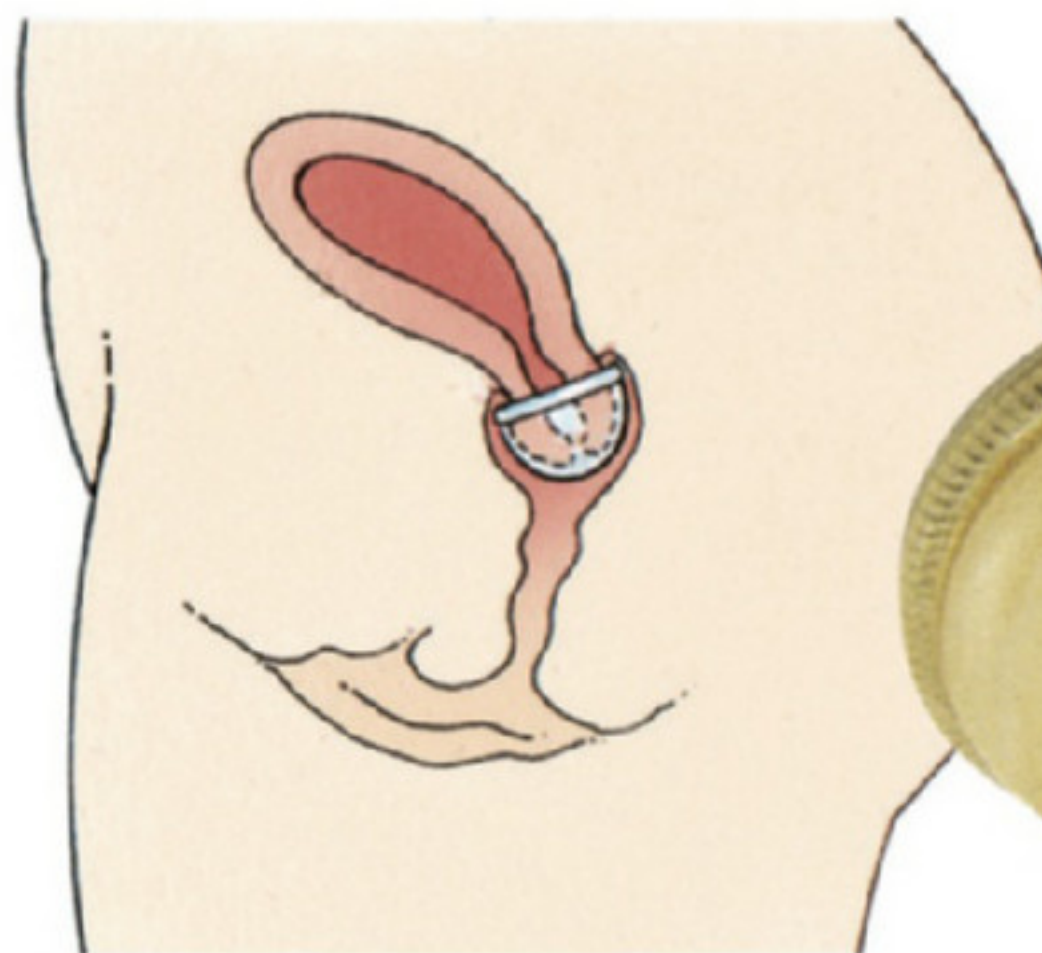


1 hormoonspiraaltje



2 koperspiraaltje

► Afb. 50 Een pessarium.

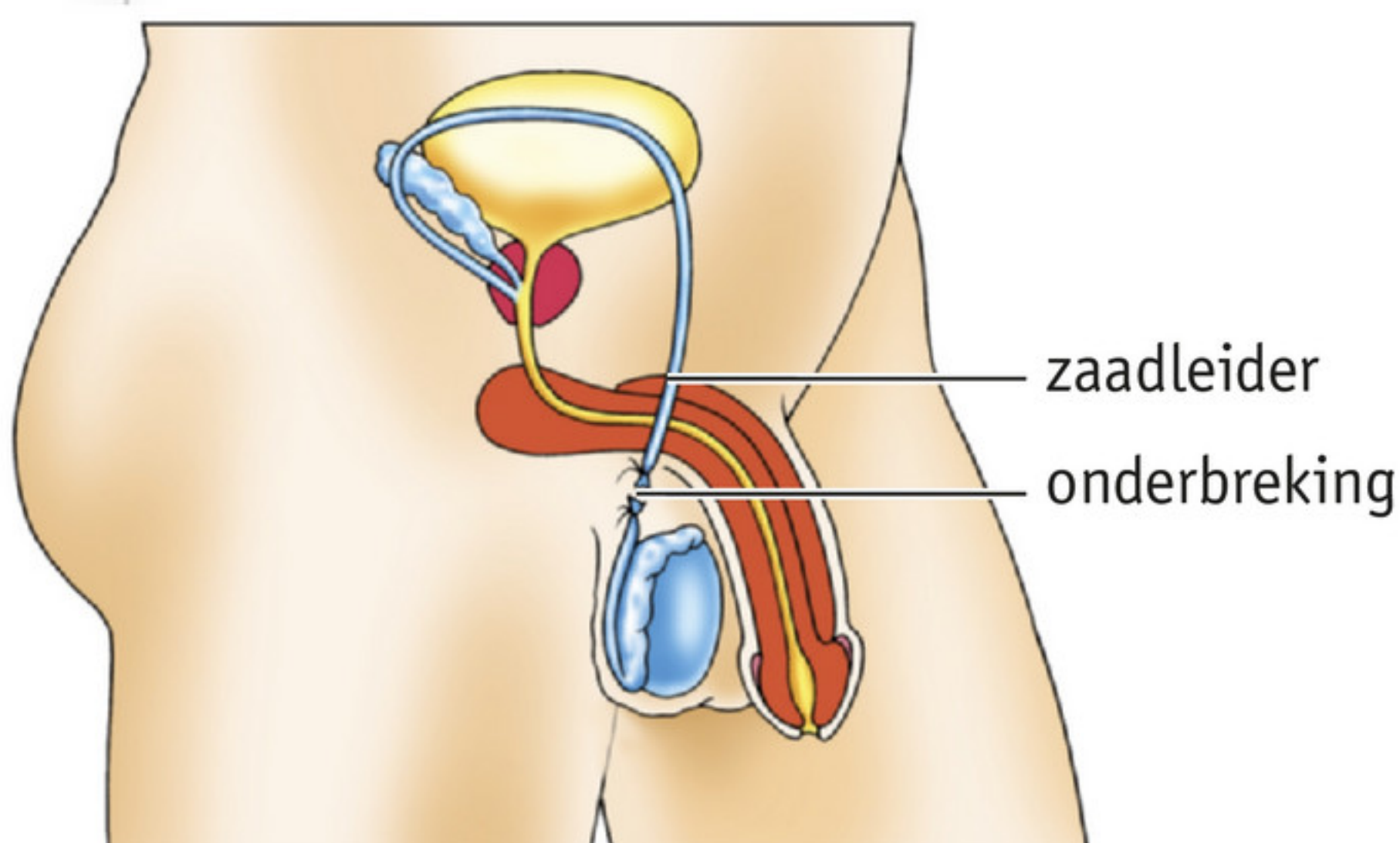


1 aangebracht pessarium



2 zaaddodende pasta

▼ Afb. 51 Sterilisatie bij een man.



Een **koperspiraaltje** is omwikkeld met een koperdraadje (zie afbeelding 49.2). Er zitten geen hormonen in het koperspiraaltje. Een koperspiraaltje is iets minder betrouwbaar dan een hormoonspiraaltje, maar hoort wel bij de betrouwbare voorbehoedmiddelen. De kans op een zwangerschap is nog steeds erg klein. Het koper zorgt ervoor dat zaadcellen worden beschadigd. Door de beschadiging kunnen ze de eikel niet meer bevruchten. Ook maakt het koper de innesteling bijna onmogelijk. Een koperspiraaltje kan lang blijven zitten.

Het inbrengen van de spiraaltjes kan onder plaatselijke verdoving. Beide spiraaltjes kunnen na het inbrengen zorgen voor buikkrampen en hevige menstruaties. Na twee maanden moeten deze klachten over zijn.

PESSARIUM

Het **pessarium** is een voorbehoedmiddel dat niet met hormonen werkt. Een pessarium is een zacht rubberen koepeltje. Dit koepeltje bedekt de baarmoedermond (zie afbeelding 50). Je kunt het pessarium zelf inbrengen voor de geslachtsgemeenschap. Een arts bepaalt de juiste vorm en maat. De arts leert je ook hoe je het pessarium moet inbrengen. Om te zorgen dat het pessarium betrouwbaar is, moet je het insmeren met zaaddodende pasta. Na de geslachtsgemeenschap moet het minstens acht uur blijven zitten. Het pessarium wordt tegenwoordig bijna niet meer gebruikt.

STERILISATIE

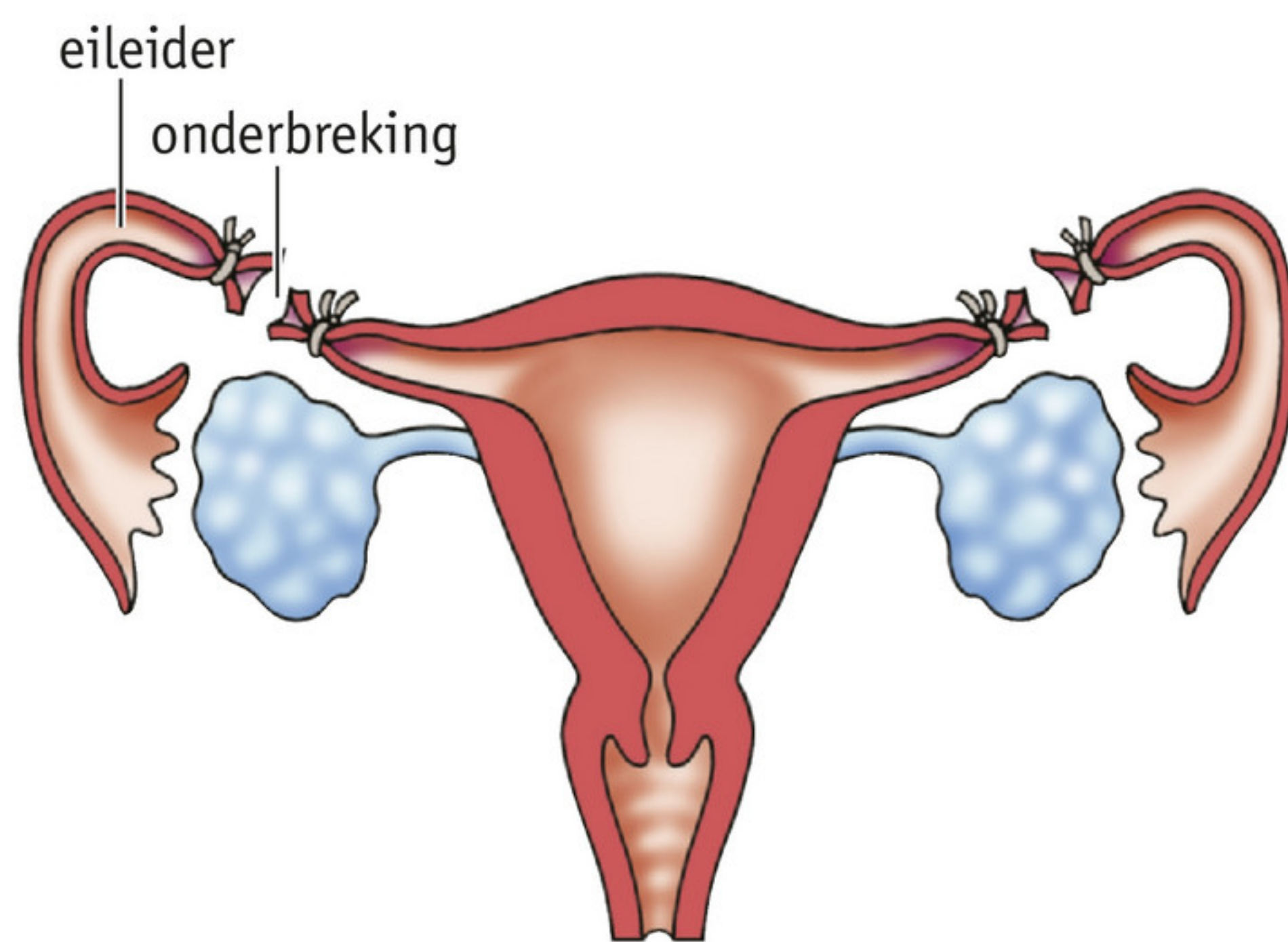
Als je zeker weet dat je geen kinderen meer wilt, is sterilisatie een oplossing. Sterilisatie kan zowel bij de man als bij de vrouw plaatsvinden. Bij **sterilisatie** word je met een kleine operatie onvruchtbaar gemaakt.

Bij een man worden de zaadleiters onderbroken. De arts haalt bij beide zaadleiters een stukje weg en maakt daarna de uiteinden dicht (zie afbeelding 51).

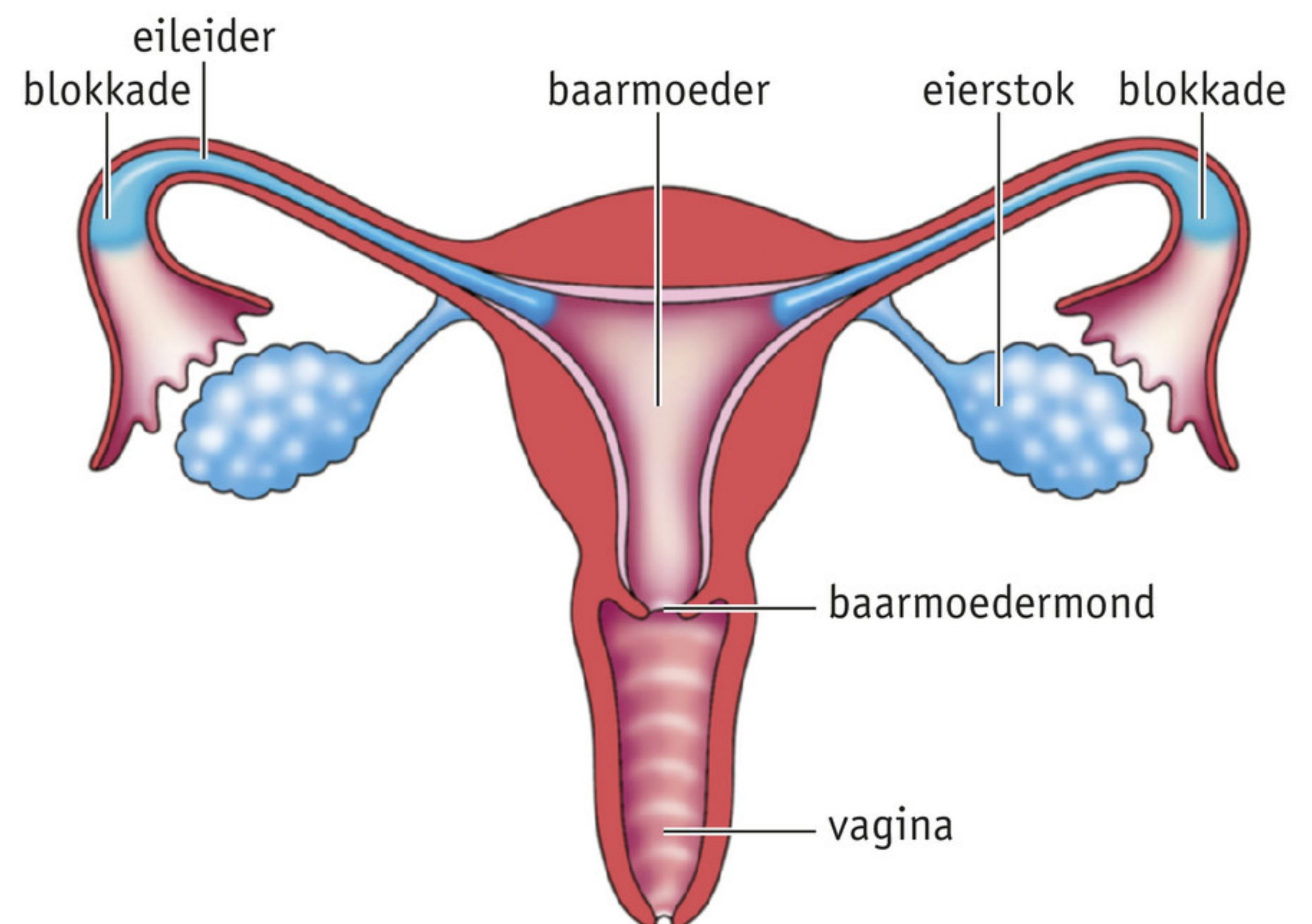
De productie van zaadcellen gaat normaal door. De man krijgt ook nog gewoon een zaadlozing. Alleen kunnen de zaadcellen het lichaam niet meer verlaten. Ze worden afgebroken en opgenomen in het bloed.

Bij een vrouw kan de arts de eileiders onderbreken of de doorgang van de eileiders blokkeren. De zaadcellen kunnen daardoor niet meer bij de eicellen komen (zie afbeelding 52). Er blijven eicellen vrijkomen en alle andere gebeurtenissen in de menstruatiecyclus gaan gewoon door. De eicellen sterven af en worden afgebroken. De resten worden opgenomen in het bloed. Een vrouw is na een sterilisatie direct onvruchtbaar. Bij een man duurt dit een tijdje, omdat er in het bovenste deel van de zaadleiders nog zaadcellen kunnen voorkomen.

▼ **Afb. 52** Sterilisatie bij een vrouw.



1 onderbreken van de eileiders



2 blokkeren van de eileiders

▼ **Afb. 53** Morning-afterpil.



NOODMAATREGELEN TEGEN ONGEWENSTE ZWANGERSCHAP

Als je voorbehoedmiddelen niet of niet goed gebruikt, kan het misgaan. Zo kun je de pil vergeten zijn of kan een condoom scheuren. Als dat gebeurt, kun je noodmaatregelen nemen. Als je er direct na de seks achterkomt dat er iets is misgegaan, kun je de **morning-afterpil** gebruiken. De morning-afterpil (zie afbeelding 53) is een pil die veel hormonen bevat. Deze hormonen voorkomen een ovulatie of innesteling. Door de grote hoeveelheid hormonen kun je flink misselijk worden. Je moet de pil binnen drie dagen (72 uur) na de geslachtsgemeenschap innemen. De morning-afterpil werkt het best als je hem binnen twaalf uur na de geslachtsgemeenschap slikt. Je kunt de morning-afterpil zonder recept kopen bij een drogist of apotheek.

Als je niet direct actie onderneemt, kun je ongewenst zwanger raken. Je kunt dan kiezen voor een **abortus**.

Als je minder dan zeven weken zwanger bent, kun je de abortuspil nemen. Deze pil zorgt ervoor dat het embryo wordt afgestoten.

De meest gebruikte vorm van abortus is een zuigcurettage. Dit kan tot en met de dertiende week van de zwangerschap. Bij zuigcurettage wordt het baarmoederslijmvlies met het embryo weggezogen. Dit gebeurt onder plaatselijke verdoving.

Na de dertiende week kan een late abortus worden uitgevoerd. Dit is een zwaardere ingreep die nog tot en met de drieëntwintigste week van de zwangerschap kan plaatsvinden.

Een abortus is in Nederland gratis. Je hebt eerst een gesprek met een arts. Daarna heb je een verplichte bedenktijd van minimaal vijf dagen.

9 Seksualiteit

Tijdens de puberteit worden veel jongeren voor het eerst verliefd. Seks gaat een rol spelen in je leven. Seksualiteit hoort bij de **voortplanting**. Maar we hebben niet alleen maar seks om ons voort te planten. Seksualiteit geeft mensen ook plezier, het windt mensen op. We noemen dat **lustbeleving**. Deze lustbeleving is belangrijk voor het onderhouden van een relatie. Als je gek bent op elkaar of van elkaar houdt, wil je graag seks met elkaar hebben. In veel reclames speelt seksualiteit in combinatie met lustbeleving dan ook een rol. Bijvoorbeeld een mooie vrouw die een parfum aanprijst. Of een knappe man in de nieuwste auto.

HETEROSEKSUALITEIT EN HOMOSEKSUALITEIT

De meeste mensen voelen zich aangetrokken tot iemand van het andere geslacht. Je bent dan **heteroseksueel**. Maar je kunt ook op iemand vallen die hetzelfde geslacht heeft. Dan ben je **homoseksueel**. 'Homo' betekent 'hetzelfde'. Homoseksuele vrouwen worden ook wel **lesbisch** genoemd. Je kunt ook op zowel mannen als vrouwen vallen. Dan ben je **biseksueel**. In Nederland is homoseksualiteit tegenwoordig vrij normaal. Dat is in veel landen niet zo. In sommige landen is het ten strengste verboden homoseksueel te zijn. Soms heeft dit te maken met een bepaalde geloofsovertuiging. In sommige landen moeten homoseksuele mannen en vrouwen zelfs vrezen voor hun leven (zie afbeelding 54).

▼ Afb. 54

Homoseksuele Iranese asielzoeker krijgt verblijfsvergunning

De 19-jarige Iranese homoseksuele asielzoeker Mehdi Kazemi krijgt in Groot-Brittannië een verblijfsvergunning. Kazemi vroeg al eerder asiel aan in Groot-Brittannië. Daar dreigde hij te worden uitgezet naar Iran. Om dat te voorkomen kwam hij naar Nederland. In Iran loopt hij vanwege zijn homoseksuele geaardheid gevaar. Hij kan daar zelfs ter dood worden veroordeeld. In Nederland

geldt bescherming voor homo's uit Iran. Vanuit Nederland is via het Europees Parlement en de Tweede Kamer protest aangetekend tegen de dreigende uitzetting in Groot-Brittannië. Na een spoeddebat in de Tweede Kamer werd besloten dat Kazemi teruggaat naar Groot-Brittannië. Hij krijgt daar alsnog een verblijfsvergunning.

SEKSUEEL GEWELD EN MISBRUIK

Helaas kan lustbeleving ook tot seksueel geweld en seksueel misbruik leiden. Voorbeelden hiervan zijn ongewenste intimiteiten, incest, aanranding en verkrachting. Maar ook digitaal kan seksueel geweld voorkomen. Hierbij kun je denken aan grooming (zie afbeelding 55). Bij **grooming** verleidt een volwassene, meestal een man, minderjarige meisjes of jongens. Dit gebeurt eerst via sociale media. De dader probeert het slachtoffer te verleiden om bijvoorbeeld naakt voor de webcam te komen. Uiteindelijk kan het tot een ontmoeting leiden waarbij het slachtoffer wordt misbruikt.

▼ Afb. 55

Veroordeeld voor grooming

Een 35-jarige man uit Ede is maandag veroordeeld tot 3,5 jaar celstraf en tbs met dwangverpleging, omdat hij via internet seksueel contact zocht met minderjarige meisjes en jongens (grooming). Met twee meisjes had de man fysiek seksueel contact. Er was vijf jaar celstraf en tbs tegen de man geëist.

Verdachte Ronald van Z. zocht via social media contact met negen minderjarige meisjes en jongens (van 12 tot 15 jaar). Hij maakte nepprofielen aan met foto's van een jonge jongen of een meisje en loog over zijn leeftijd. De

meisjes en jongens werden verleid tot het verrichten van seksuele handelingen met zichzelf voor de webcam. De rechtbank in Den Bosch komt tot een lagere straf, omdat niet voor alle beschuldigingen genoeg bewijs is. Volgens de rechter is de kans op herhaling groot, onder andere doordat de man eerder is veroordeeld voor seksueel geweld. De rechtbank verwacht dat een lange behandeling nodig is.

Bron: *www.ad.nl*, 24-11-2014.

Bij **incest** pleegt een familielid seksuele handelingen met het slachtoffer. Bij een **aanranding** worden met geweld, onder dwang of onder bedreiging seksuele handelingen verricht. Bij een **verkrachting** vindt daarbij ook geslachtsgemeenschap plaats. Een **loverboy** is iemand die een meisje in de prostitutie terecht laat komen. Meestal gebeurt dit door het meisje eerst te verleiden en daarna te bedreigen.

Seksueel geweld komt vaker voor dan wordt gedacht. Veel gevallen worden nooit bekend. Het slachtoffer durft er dan niet over te praten. Een slachtoffer schaamt zich of wordt bedreigd door de dader. De dader kan alleen worden gestraft als slachtoffers vertellen wat er is gebeurd. Dit kan bijvoorbeeld bij de huisarts of een vertrouwenspersoon op school.

WB OPDRACHT 52 T/M 54 BLZ. 84

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een man met hun ligging, bouw en functies noemen, in afbeeldingen aanwijzen en hun werking beschrijven.

- Teelballen: produceren zaadcellen.
- Bijballen: slaan zaadcellen tijdelijk op.
- Balzak: huidplooï waarin teelballen en bijballen liggen.
- Zaadleiders: vervoeren zaadcellen.
- Zaadblaasjes: voegen zaadvocht en voedingsstoffen toe.
- Prostaat: voegt zaadvocht toe.
 - Sperma bestaat uit zaadcellen en zaadvocht met voedingsstoffen.
 - Door het vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat bewegen zaadcellen beter.
- Urinebuis: vervoert urine en sperma.

- Penis: brengt sperma de vagina in.
 - Zwellichamen: brengen de penis in erectie.
 - Eikel: vangt prikkels op die kunnen leiden tot een orgasme.
 - Voorhuid: huidplooï om de eikel.

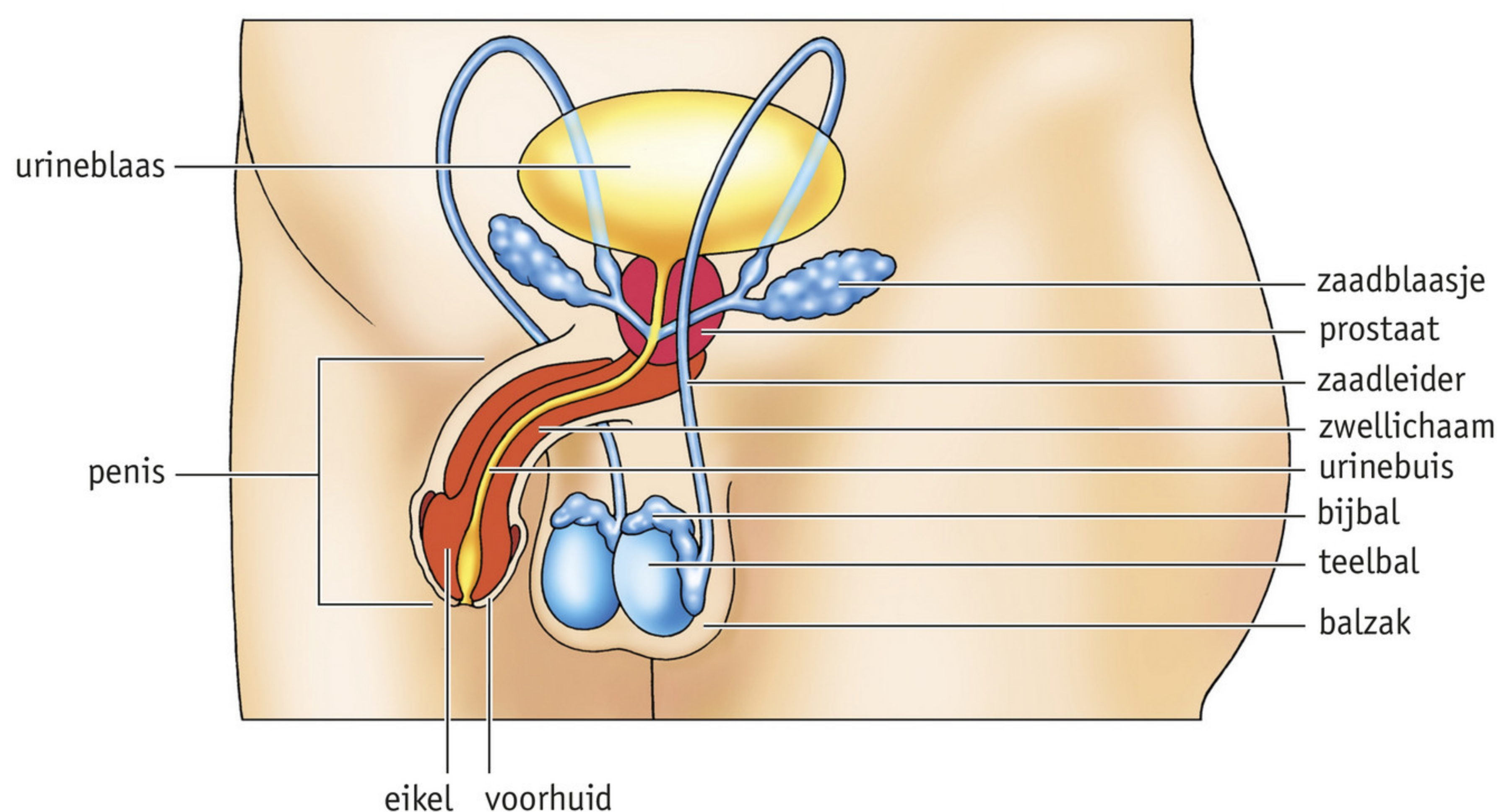
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

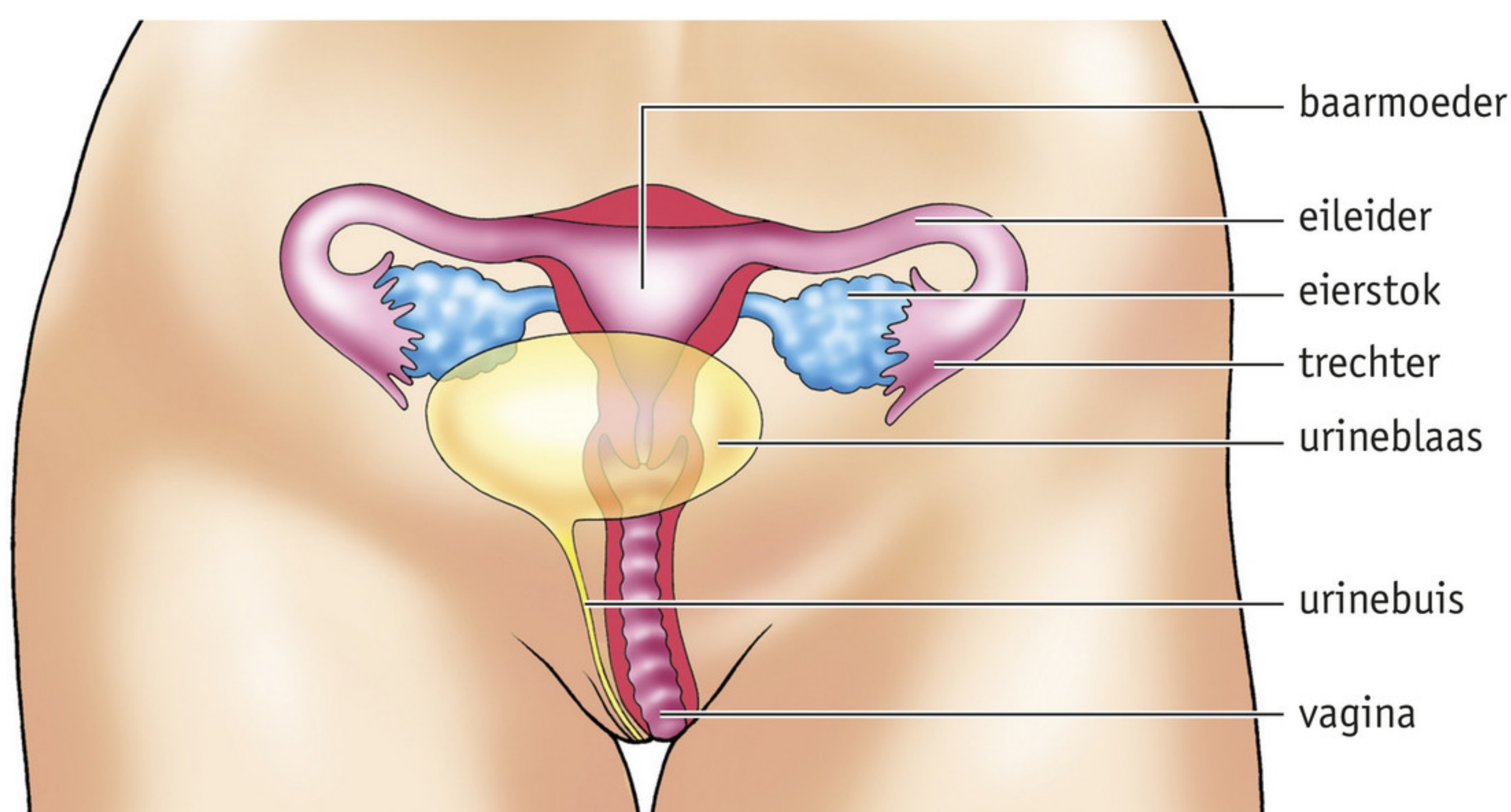
Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw met hun ligging, bouw en functies noemen, in afbeeldingen aanwijzen en hun werking beschrijven.

- Eierstokken: produceren eicellen.
 - Bij de geboorte zijn in de eierstokken alle cellen al aanwezig die zich tot eicel kunnen ontwikkelen.
 - Eicellen ontwikkelen zich in follikels.
- Eileiders: vervoeren eicellen.
 - Trechters: trechtervormig deel van de eileider. Vangen eicellen op die vrijkomen uit de eierstokken.

▼ **Afb. 56** Het voortplantingsstelsel van een man (schematisch).

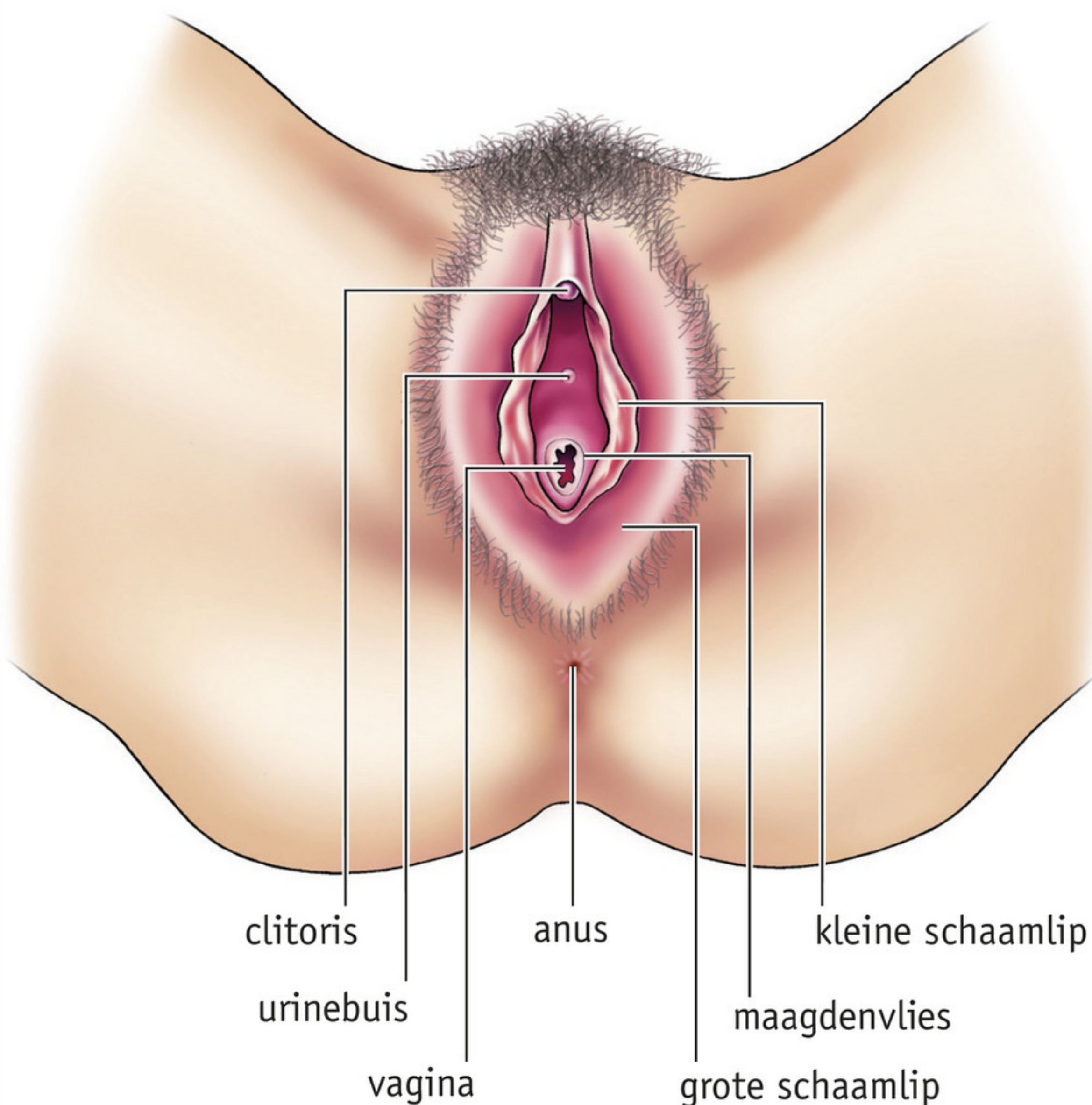


► **Afb. 57** Het voortplantingsstelsel van een vrouw (schematisch).



- Baarmoeder: hierin ontwikkelt het embryo zich.
 - De baarmoeder heeft een dikke gespierde wand die met slijmvlies is bekleed.
- Vagina.
 - Hierin komt het sperma bij geslachtsgemeenschap.
 - Bij de geboorte komt het kind via de vagina ter wereld.
 - Maagdenvlies: slijmvliesplooï aan het begin van de vagina die de vagina gedeeltelijk afsluit.
- Clitoris: vangt prikkels op die kunnen leiden tot een orgasme.
- Kleine schaamlippen: via de wand komt vaginaal vocht vrij, waardoor de toegang tot de vagina gladder wordt.
- Grote schaamlippen: liggen om de kleine schaamlippen heen.

▼ **Afb. 58** Uitwendige voortplantingsorganen van een vrouw.



DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt de verschillen in de bouw en functie van zaadcellen en eicellen noemen.

Zaadcellen	Eicellen
Klein	In verhouding groot
Kunnen zelf bewegen (met de zweepstaart)	Kunnen niet zelf bewegen
Bevatten geen reservevoedsel	Bevatten veel reservevoedsel
Vele miljoenen per zaadlozing	Meestal één eicel per vier weken

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Je kunt het doel van reductiedeling (meiose) beschrijven en je kunt de vorming van paren chromosomen bij de bevruchting beschrijven.

- Doel van reductiedeling: geslachtscellen vormen.
 - Eicellen en zaadcellen zijn geslachtscellen.
- Het aantal chromosomen halveert na reductiedeling.
 - In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
 - Bij reductiedeling wordt het aantal chromosomen per cel gehalveerd.
 - In geslachtscellen komen de chromosomen in enkelvoud voor.
- Bij de bevruchting smelten één eicel en één zaadcel samen.
 - Na de bevruchting komen chromosomen weer in paren voor.
 - De bevruchte eicel bevat weer het normale aantal chromosomen. Bij de mens zijn dit 46 chromosomen.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Je kunt omschrijven wat primaire en secundaire geslachtskenmerken zijn en daarbij voorbeelden voor jongens en meisjes noemen.

- Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.
 - Bij jongens: balzak en penis.
 - Bij meisjes: vagina.
- Secundaire geslachtskenmerken ontstaan in de puberteit onder invloed van geslachtshormonen.
 - Teelballen en eierstokken maken geslachtshormonen.
 - De hypofysehormonen zorgen dat teelballen en eierstokken deze geslachtshormonen gaan maken.

- Bij jongens: onder invloed van testosteron, het mannelijk geslachtshormoon, o.a. baardgroei, gespierdere lichaamsbouw en lagere stem.
- Bij meisjes: onder invloed van oestrogenen, de vrouwelijke geslachtshormonen, o.a. borstontwikkeling, bredere heupen en rondere lichaamsvormen.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt de processen tijdens de menstruatiecyclus beschrijven.

- Op de eerste dag van de menstruatie begint de menstruatiecyclus.
 - Vanaf de puberteit tot aan de overgang.
 - De cyclus duurt gemiddeld vier weken.
- In de eerste twee weken van de menstruatiecyclus rijpen de follikels in de eierstokken.
 - Follikels worden groter en vullen zich met vocht, onder invloed van een hypofysehormoon.
 - Onder invloed van vrouwelijke geslachtshormonen wordt het baarmoederslijmvlies dikker en krijgt het veel bloedvaten.
- De ovulatie is rondom de veertiende dag van de menstruatiecyclus.
 - Een rijpe follikel neemt nog meer vocht op en barst open, onder invloed van een hypofysehormoon.
 - Ovulatie: de eikel komt vrij uit de eierstok.
 - Een onbevuchte eikel blijft na ovulatie 12 tot 24 uur in leven.
 - Als geen bevruchting plaatsvindt, sterft de eikel af in een eileider. De resten worden opgenomen in het bloed.
- Na de ovulatie.
 - Het gele lichaam ontstaat uit de resten van de opengebarsten follikel.
 - Het gele lichaam produceert hormonen (o.a. oestrogenen), waardoor het baarmoederslijmvlies nog dikker wordt en voedingsstoffen voor het embryo gaat afscheiden.
 - Het gele lichaam sterft af als er geen bevruchting plaatsvindt. Er worden geen hormonen meer geproduceerd en het baarmoederslijmvlies wordt afgebroken.
 - Er treedt menstruatie op, gemiddeld veertien dagen na de ovulatie.
 - Tijdens de menstruatie verlaten een deel van het baarmoederslijmvlies en bloed via de vagina het lichaam.
- De menstruatiecyclus begint opnieuw.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Je kunt beschrijven welke veranderingen er in het lichaam van de vrouw plaatsvinden net voor en na de bevruchting.

- Zaadcellen blijven na een zaadlozing ongeveer drie dagen in leven. Ze bewegen zich via de baarmoeder naar de eileiders.
- Bevruchting: de kern van de eikel smelt samen met de kern van de zaadcel.
 - Bevruchting vindt plaats in een eileider.
 - De vruchtbare periode is drie tot vier dagen rondom de ovulatie.
 - Eén eikel wordt door één zaadcel bevrucht. Nadat de kop van een zaadcel de eikel is binnengedrongen, vormt de eikel een ondoordringbare laag.
- Een bevruchte eikel deelt zich een aantal keren. Er ontstaat een klompje cellen. Hierbij vindt geen groei plaats.
- Innesteling: het klompje cellen zet zich vijf tot zeven dagen na de ovulatie vast in het baarmoederslijmvlies.
- De vrouw is zwanger.
 - Het gele lichaam blijft in stand en blijft hormonen produceren.
 - Het baarmoederslijmvlies blijft dik en rijk aan bloedvaten. Er treedt geen menstruatie op.
 - Er rijpen geen nieuwe follikels in de eierstokken en er vindt geen ovulatie plaats.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Je kunt de embryonale ontwikkeling beschrijven.

- Het embryo neemt zuurstof en voedingsstoffen op uit het baarmoederslijmvlies.
- De placenta wordt gevormd.
 - De placenta is opgebouwd uit weefsel van het embryo en van de moeder.
 - Het bloed van de moeder stroomt vlak langs het bloed van het embryo, maar blijft ervan gescheiden.
 - Zuurstof en voedingsstoffen (o.a. glucose) gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo.
 - Koolstofdioxide en andere afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.
 - Schadelijke stoffen kunnen ook van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo, zoals ziekteverwekkers, sommige medicijnen, alcohol, nicotine en drugs.

- De navelstreng wordt aangelegd.
 - Bestaat uit weefsel van het embryo.
 - De navelstreng bevat twee navelstrengslagaders. Het bloed stroomt van het embryo naar de placenta. Het bloed is rijk aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
 - De navelstreng bevat één navelstrengader. Het bloed stroomt van de placenta naar het embryo. Het bloed is rijk aan zuurstof en voedingsstoffen.
- Twee vruchtvliezen en het vruchtwater worden gevormd.
 - Het zijn weefsels van het embryo.
 - Het vruchtwater beschermt tegen stoten, tegen uitdrogen en tegen wisselingen van de temperatuur.
 - Het embryo kan zich in het vruchtwater gemakkelijk bewegen.
- Vanaf de derde maand wordt het embryo foetus genoemd.
 - Na twee maanden zijn bijna alle weefsels gevormd.
 - Hersenen en spieren werken al voor de geboorte.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Je kunt beschrijven hoe eeneiige en twee-eiige tweelingen ontstaan.

- Een twee-eiige tweeling ontstaat als twee eicellen worden bevrucht.
 - Twee eicellen worden bevrucht door twee zaadcellen.
- Een eeneiige tweeling ontstaat uit één bevruchte eicel.
 - Eén eicel wordt bevrucht door één zaadcel.
 - Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel laten cellen van elkaar los. Er worden twee klompjes cellen gevormd.
 - Beide klompjes cellen groeien uit tot een embryo.

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 6

Je kunt beschrijven welke fasen tijdens de geboorte worden doorlopen.

- Indaling: een paar weken voor de bevalling zakt het hoofdje van de foetus naar beneden.
- De geboorte begint met weeën: samentrekkingen van de spieren in de baarmoederwand.
- Ontsluiting: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.
 - De vruchtvliezen breken en het vruchtwater komt via de vagina naar buiten.

- Persweeën: krachtige weeën waarbij ook de spieren van de buikwand samentrekken.
- Uitdrijving: het kind komt via de vagina naar buiten.
 - Normaal komt het hoofdje het eerst naar buiten.
 - De navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt.
 - Bij de baby beginnen de organen voor ademhaling, vertering en uitscheiding te werken.
- Nageboorte: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen komen, door naweeën, via de vagina naar buiten.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Je kunt de gemiddelde leeftijden en voorbeelden van ontwikkeling bij de levensfasen van de mens noemen.

- Baby: 0–1,5 jaar.
 - Leert o.a. zitten, staan, lopen, blokjes oppakken en reageren op andere mensen.
- Peuter: 1,5–4 jaar.
 - Leert o.a. traplopen, tegen een bal schoppen, een torentje bouwen, met een lepel eten en praten.
- Kleuter: 4–6 jaar.
 - Leert o.a. fietsen, klimmen, tekenen, veters strikken en met andere kinderen spelen.
- Schoolkind: 6–12 jaar.
 - Leert o.a. lezen, schrijven en rekenen.
- Puber: 12–16 jaar.
 - In de puberteit beginnen de voortplantingsorganen te functioneren en komen de secundaire geslachtskenmerken tot ontwikkeling.
- Adolescent: 16–21 jaar.
 - Wordt steeds zelfstandiger.
- Volwassene: 21–65 jaar.
 - Is volledig zelfstandig. Veel volwassenen krijgen kinderen.
- Bejaarde: boven 65 jaar.
 - Krijgt op latere leeftijd vaak lichamelijke of geestelijke gebreken en heeft verzorging nodig.

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 7

Je kunt ziekteverschijnselen en genezingsmogelijkheden noemen van seksueel overdraagbare aandoeningen.

- Soa's of geslachtsziekten: ziekten die je alleen kunt krijgen via contact met penis, vagina, anus en mond van een besmette persoon.
 - Soa's worden veroorzaakt door bacteriën, schimmels of virussen.
 - Soa's kunnen worden voorkomen door een condoom te gebruiken.

- Chlamydia.
 - Niet altijd ziekteverschijnselen.
 - Soms meer of andere afscheiding uit penis of vagina, pijn bij plassen.
 - Genezingsmogelijkheden: antibiotica.
- Gonorroe (druiper).
 - Vrouwen merken vaak niets.
 - Ziekteverschijnselen: meer, andere, soms etterige afscheiding uit penis of vagina, branderig gevoel bij plassen.
 - Genezingsmogelijkheden: antibiotica.
- Syfilis.
 - Ziekteverschijnselen: zweertjes of vlekjes op penis, vagina, anus of mond.
 - Genezingsmogelijkheden: antibiotica.
- Candida.
 - Verschijnselen: een jeukende ontsteking met veel (witachtige) afscheiding uit de vagina.
 - Genezingsmogelijkheden: medicijnen die schimmels doden.
- Aids: een aantasting van het afweersysteem.
 - Veroorzaakt door hiv (een virus).
 - Besmettingswijze: via het binnenkrijgen van besmet bloed, sperma, vaginaal vocht of voorvocht.
 - Besmetting gebeurt vooral door onveilige seks of doordat meerdere druggebruikers dezelfde spuit of naald gebruiken.
 - Genezing is niet mogelijk.
 - De ziekte kan wel worden geremd met hiv-remmers.

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 8

Je kunt methoden van geboorteregeling beschrijven en aangeven of ze betrouwbaar zijn.

- Geboorteregeling of anticonceptie: je bepaalt zelf of je een kind wilt of niet.
- Periodieke onthouding: geen geslachtsgemeenschap in de vruchtbare periode rond de ovulatie.
 - Onbetrouwbaar doordat het tijdstip van ovulatie niet precies is vast te stellen.
- Coïtus interruptus: de man trekt zijn penis net voor de zaadlozing uit de vagina terug.
 - Onbetrouwbaar doordat in het voorvocht zaadcellen kunnen voorkomen.
- Condoom: een latex hoesje wordt om de penis gerold of in de vagina aangebracht (vrouwencondoom).
 - Een condoom verhindert dat er sperma in de vagina komt en beschermt tegen soa's.
 - Betrouwbaar.

- De pil, de prikpil en de NuvaRing: bevatten hormonen die ervoor zorgen dat er geen ovulatie plaatsvindt.
 - Betrouwbaar.
 - De pil moet dagelijks worden ingenomen.
 - De prikpil wordt om de drie maanden geïnjecteerd.
 - De NuvaRing moet één keer per maand in de vagina worden ingebracht.
 - De NuvaRing en de pil hebben na drie weken een stopweek. In deze week treedt de menstruatie op.
- Spiraaltje: wordt in de baarmoeder aangebracht en kan vijf jaar blijven zitten.
 - Hormoonspiraaltje: door de werking van hormonen worden bevruchting en innesteling bijna onmogelijk.
 - Koperspiraaltje: door het koperdraadje worden zaadcellen beschadigd en wordt innesteling bijna onmogelijk.
 - Spiraaltjes zijn betrouwbaar.
- Pessarium: een rubberen koepeltje dekt de baarmoedermond af.
 - Wordt ingesmeerd met een zaaddodend middel.
 - Een pessarium moet na de geslachtsgemeenschap nog acht uur blijven zitten.
 - Minder betrouwbaar.
- Sterilisatie.
 - Bij een man worden de zaadleiters onderbroken.
 - Er vindt nog een gewone zaadlozing plaats.
 - Bij een vrouw worden de eileiders onderbroken of geblokkeerd.
 - Na sterilisatie gaat de menstruatiecyclus gewoon door.
 - Sterilisatie is een blijvende ingreep.
 - Betrouwbaar.

DOELSTELLING 14

BASISSTOF 8

Je kunt noodmaatregelen tegen ongewenste zwangerschap noemen.

- Bij geen of verkeerd gebruik van een voorbehoedmiddel worden noodmaatregelen genomen tegen zwangerschap.
 - Morning-afterpil: deze pil bevat een grote hoeveelheid hormonen die ovulatie of innesteling voorkomen. Zo snel mogelijk na de geslachtsgemeenschap innemen tot maximaal drie dagen na de geslachtsgemeenschap.
 - Abortuspil: kan tot en met de zevende week van de zwangerschap worden geslikt. Hierdoor wordt het embryo afgestoten.

- Zuigcurettage: kan tot en met de dertiende week van de zwangerschap. Met een zuigpompje wordt het baarmoederslijmvlies met het embryo weggezogen.
- Late abortus: kan na de dertiende week tot en met de drieëntwintigste week van de zwangerschap plaatsvinden.

DOELSTELLING 15

BASISSTOF 9

Je kunt functies van seksualiteit noemen en verschillen in opvattingen, normen en waarden daarover omschrijven.

- Voortplanting en lustbeleving zijn functies van seksualiteit.
 - Er zijn verschillende manieren in het omgaan met seksualiteit.
- Homoseksualiteit: je aangetrokken voelen tot iemand van hetzelfde geslacht.
 - Bij vrouwen wordt dit ook wel lesbisch genoemd.
 - Er zijn verschillende meningen over homoseksualiteit. In sommige landen en bij sommige geloven is het verboden om homoseksueel te zijn.
- Lustbeleving kan leiden tot seksueel misbruik of seksueel geweld.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geleerd dat mensen verschillende opvattingen over seksualiteit kunnen hebben.
- Je hebt geleerd om met argumenten een mening te geven over seksualiteit en deze te onderbouwen.
- Je hebt geoefend in het maken en aflezen van diagrammen en grafieken.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en brochures.
- Je hebt geleerd om feiten van meningen te onderscheiden.
- Je hebt geoefend in het maken van berekeningen met biologische gegevens.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Drie functies van het voortplantingsstelsel van de man zijn:

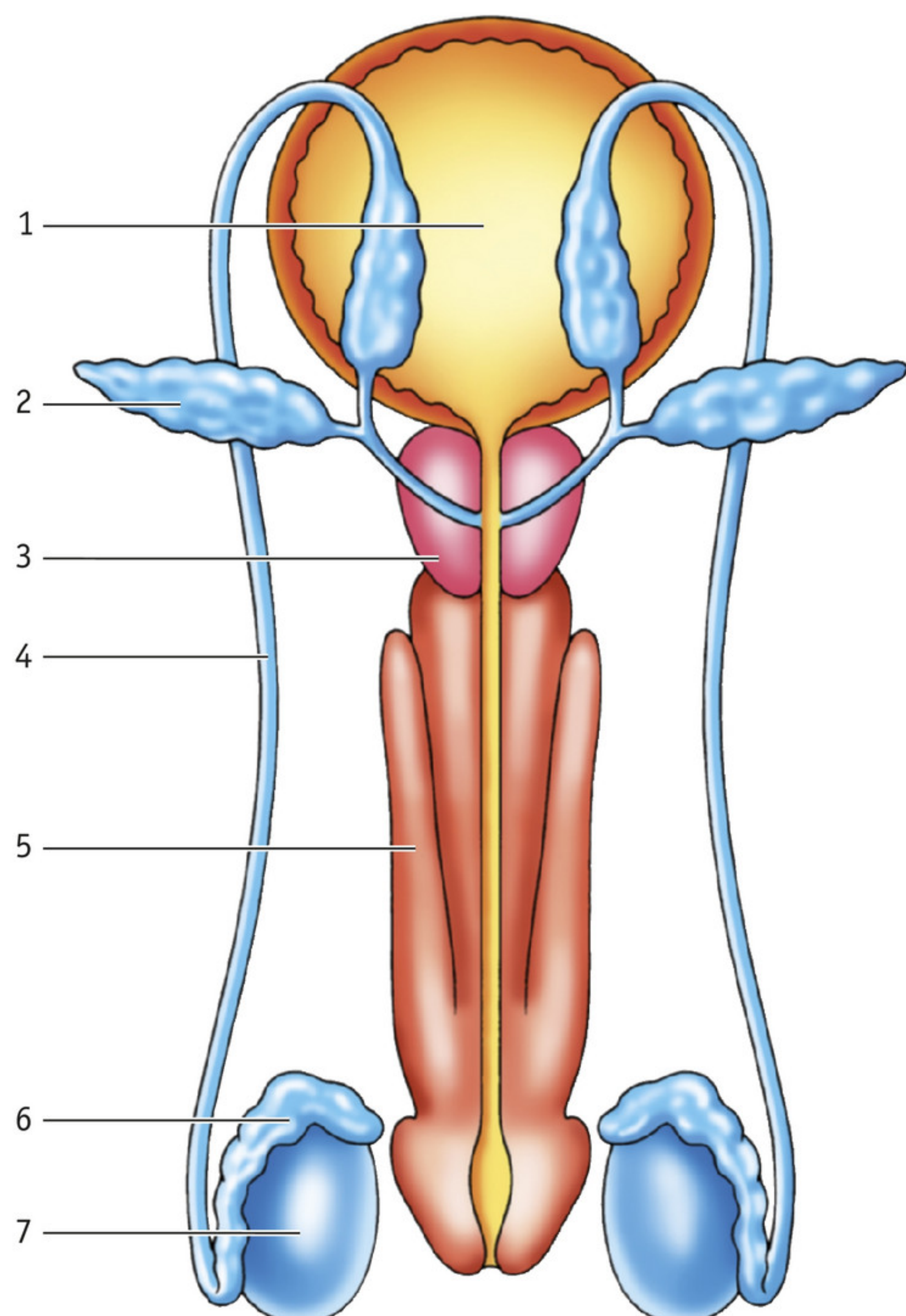
- 1 productie van zaadcellen;
- 2 opslag van zaadcellen;
- 3 productie van testosteron.

Welke van deze functies wordt of worden uitgeoefend door de bijballen?

- A Alleen functie 1.
- B Alleen functie 2.
- C Alleen functie 3.
- D De functies 1 en 2.
- E De functies 2 en 3.
- F De functies 1, 2 en 3.

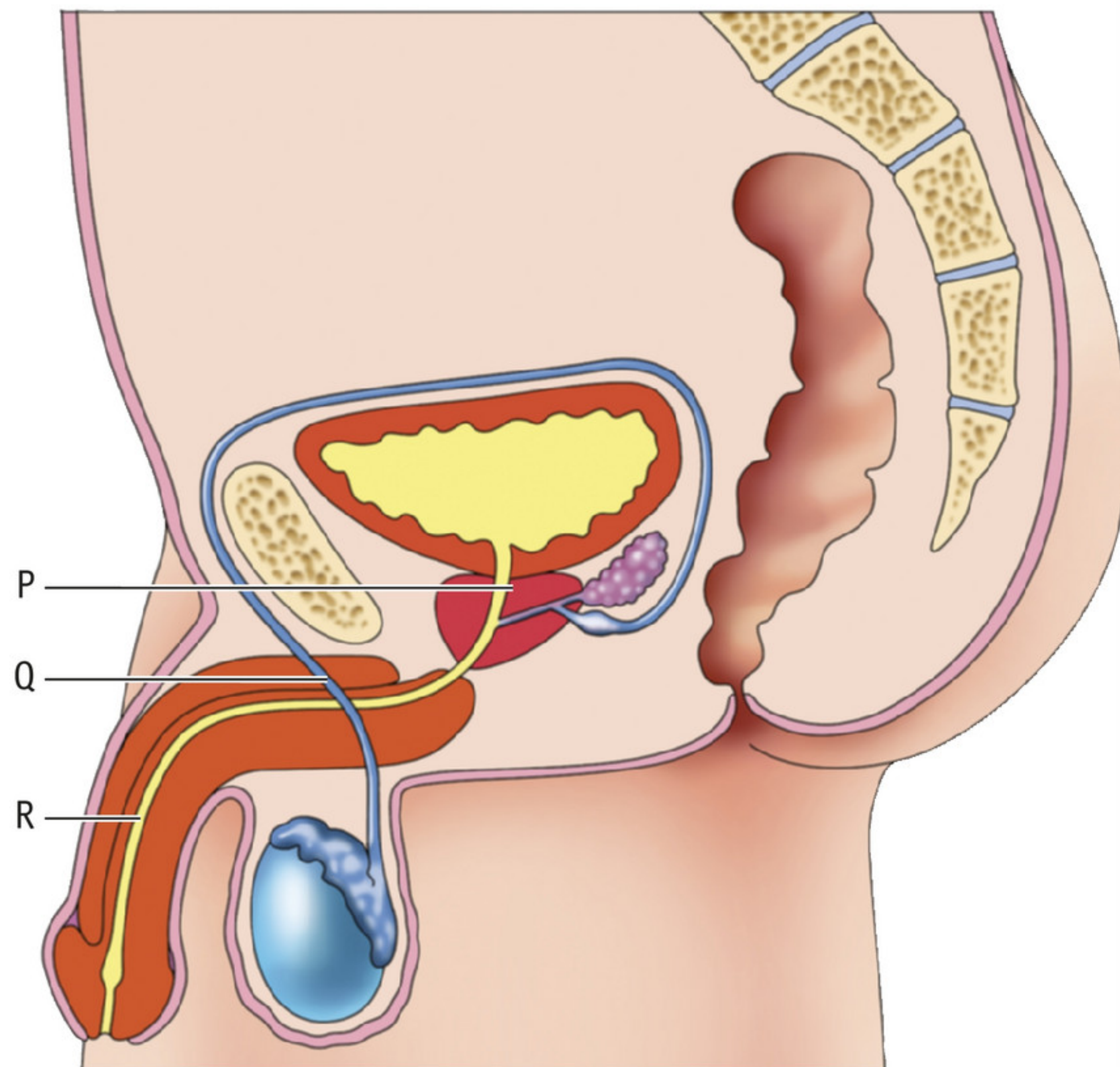
In afbeelding 59 is het voortplantingsstelsel van een man schematisch getekend. Gebruik deze afbeelding bij vraag 2 tot en met 4.

▼ **Afb. 59** Mannelijk voortplantingsstelsel.



- 2** In welk(e) van de genummerde organen worden zaadcellen gevormd?
 - A Alleen in orgaan 2.
 - B Alleen in orgaan 6.
 - C Alleen in orgaan 7.
 - D In de organen 2 en 6.
 - E In de organen 6 en 7.
- 3** Met welk nummer is het deel aangegeven dat de penis in erectie brengt?
 - A Met nummer 2.
 - B Met nummer 3.
 - C Met nummer 5.
 - D Met nummer 6.
- 4** Welke van de genummerde organen produceren een bestanddeel van sperma?
 - A Alleen de organen 2 en 3.
 - B Alleen de organen 2 en 6.
 - C Alleen de organen 6 en 7.
 - D De organen 2, 3 en 7.
- 5** Ankie zegt dat de temperatuur in de buikholte iets lager is dan in de teelballen. Najib zegt dat de voorhuid de huidplooi is, waarin teelballen en bijballen liggen. Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Alleen Ankie heeft gelijk.
 - B Alleen Najib heeft gelijk.
 - C Ankie en Najib hebben allebei gelijk.
 - D Ankie en Najib hebben allebei ongelijk.
- 6** In afbeelding 60 zijn drie buizen aangegeven met letters. Door welke van de buizen P, Q en R vindt zowel afvoer van zaadcellen als afvoer van urine plaats?
 - A Alleen door buis P.
 - B Alleen door buis Q.
 - C Alleen door buis R.
 - D Door de buizen P, Q en R.

▼ **Afb. 60** Afvoerbuizen.



- 7 Wat is de functie van de zaadleiders?
- A Prikkel opvangen die kunnen leiden tot een orgasme.
 - B Urine en sperma vervoeren.
 - C Zaadcellen vervoeren.
- 8 Uit onderzoek is gebleken dat het gebruiken van een laptop op je schoot geen invloed heeft op de ontwikkeling van zaadcellen. Wat is een goede onderzoeksofzet om dit te onderzoeken?
- A Zaadcellen vergelijken van mannen van 50 jaar die nog nooit een laptop hebben gebruikt, met zaadcellen van mannen van 40 jaar die regelmatig een laptop gebruiken.
 - B Zaadcellen vergelijken van mannen die regelmatig een laptop gebruiken, met zaadcellen van dezelfde mannen die een halfjaar geen laptop hebben gebruikt.

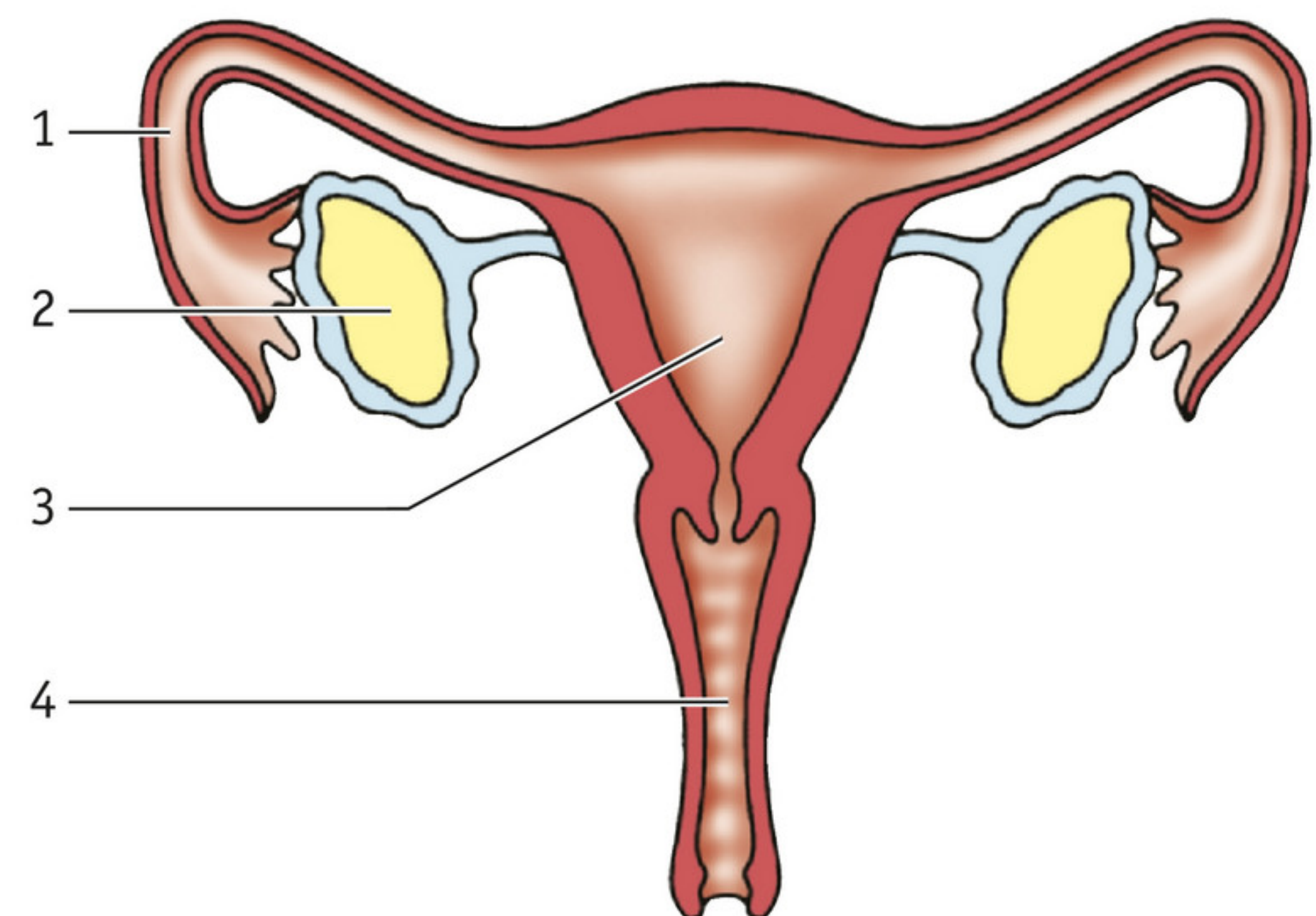
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 61 is het voortplantingsstelsel van een vrouw schematisch getekend. In welk van de genummerde organen komen zaadcellen bij geslachtsgemeenschap het eerst terecht?
- A In orgaan 1.
 - B In orgaan 2.
 - C In orgaan 3.
 - D In orgaan 4.

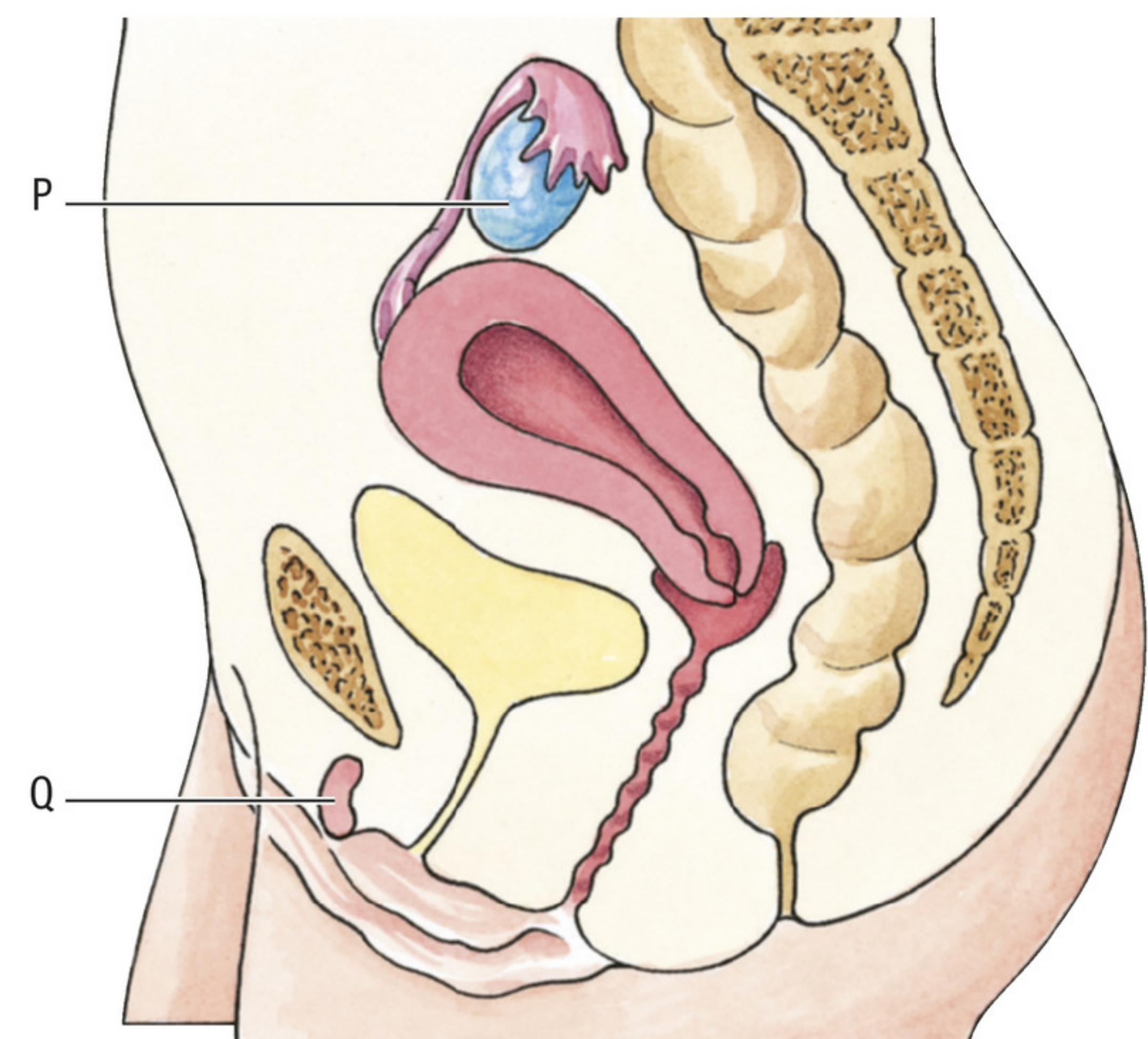
▼ **Afb. 61** Vrouwelijk voortplantingsstelsel.



- 2 De baarmoeder en de eierstokken maken deel uit van het voortplantingsstelsel van een vrouw. In welk(e) organen kan reductiedeling optreden?
- A Alleen in de baarmoeder.
 - B Alleen in de eierstokken.
 - C In de baarmoeder en in de eierstokken.

In afbeelding 62 is het voortplantingsstelsel van een vrouw schematisch getekend. Gebruik deze afbeelding bij vraag 3 en 4.

▼ **Afb. 62** Voortplantingsstelsel van een vrouw.



- 3 Hoe noemen we onderdeel P?
- A Baarmoeder.
 - B Clitoris.
 - C Eierstok.

- 4 Twee leerlingen doen een uitspraak over de functie van deel Q.
Bridget zegt dat deel Q vaginaal vocht produceert.
Raoul zegt dat deel Q prikkels opvangt die kunnen leiden tot een orgasme.
Wie heeft (hebben) gelijk?
A Alleen Bridget heeft gelijk.
B Alleen Raoul heeft gelijk.
C Bridget en Raoul hebben allebei gelijk.
- 5 Bij vrouwen boven de 35 jaar die zwanger worden, is de kans groter op erfelijke afwijkingen van de foetus. Daarom worden er bij hen meer tests uitgevoerd dan bij jonge zwangere vrouwen.
Wat kan een oorzaak zijn van de grotere kans op afwijkingen?
A De man van zo'n oudere vrouw is vaak ook ouder.
B Eicellen van een vrouw liggen al klaar vanaf de geboorte.
C Het lichaam van de vrouw is ouder en maakt daarom meer fouten.
D Oudere vrouwen hebben vaak een minder goede conditie.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

Bij de mens is de bouw van een eikel anders dan de bouw van een zaadcel. Dit verschil in bouw hangt samen met het verschil in functie van beide typen geslachtscellen.

- 1 Welk type geslachtscellen bevat veel reservevoedsel? Leg uit wat de functie hiervan is.
- 2 Welk type geslachtscellen kan zelf bewegen? Leg uit wat de functie hiervan is.
- 3 Van welk type geslachtscellen worden er het meest geproduceerd?

DOELSTELLING 4

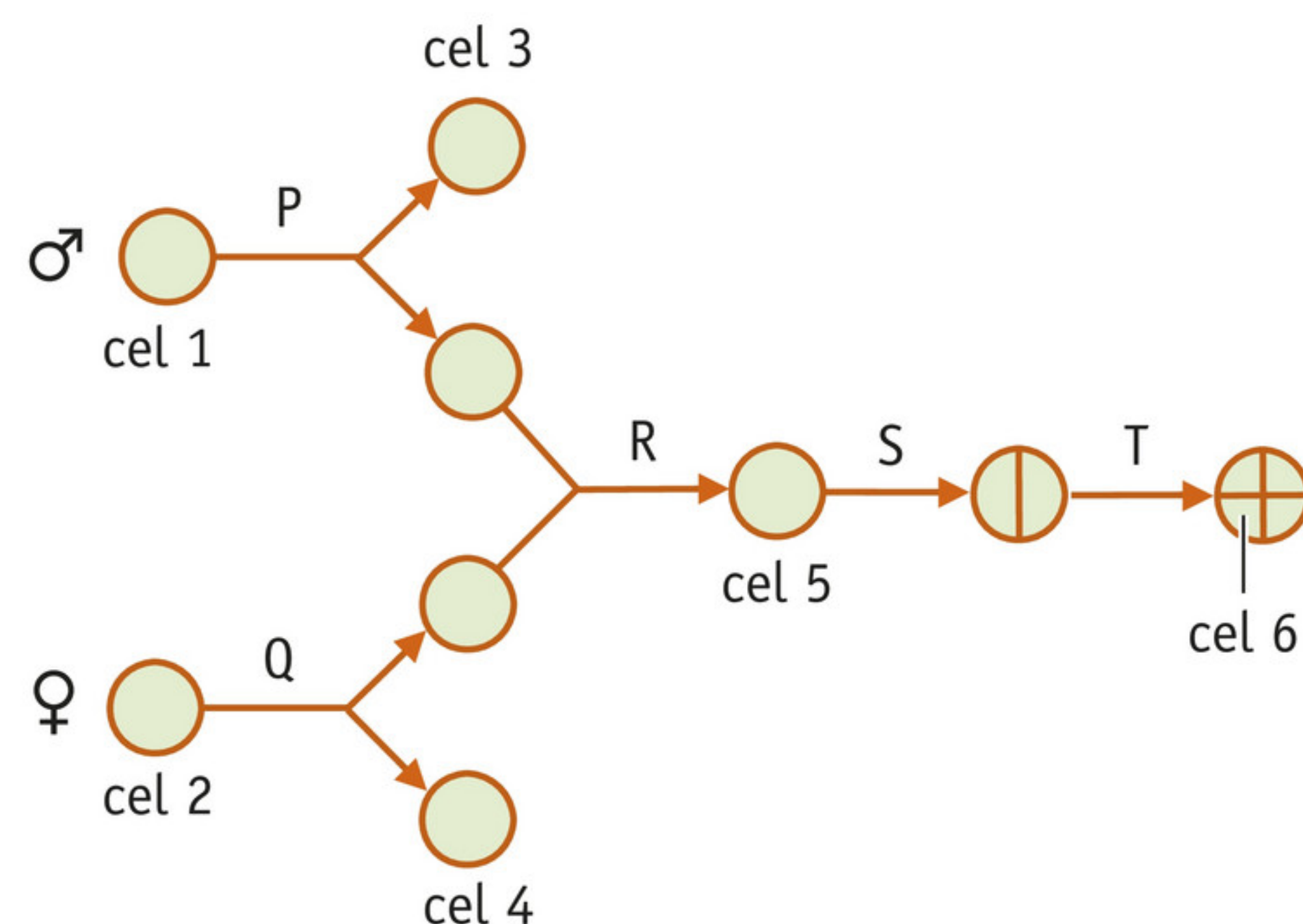
BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 63 is het voortplantingsproces van de mens schematisch weergegeven. De cirkels of delen van de cirkels stellen cellen voor. Bij de mens bevatten lichaamscellen 46 chromosomen.

- 1 Hoeveel chromosomen bevat cel 1?
- 2 Hoeveel chromosomen bevat cel 3?
- 3 Welke pijl stelt of welke pijlen stellen reductiedeling voor?
- 4 Welke cel stelt een bevruchte eikel voor?
- 5 Is de deling van een bevruchte eikel een gewone celdeling of een reductiedeling?
- 6 Hoeveel chromosomen bevat cel 6?

▼ Afb. 63 Voortplantingsproces van de mens.



De kern van een bepaalde cel van een wasbeer (zie afbeelding 64) bevat 19 chromosomen.

- 7 Is deze cel een geslachtscel of een lichaamscel? Leg je antwoord uit.
- 8 Is deze cel ontstaan door gewone celdeling of reductiedeling?

▼ Afb. 64 Wasbeer.



DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Primaire geslachtskenmerken ontstaan in de puberteit.
- 2 In afbeelding 65 is een primair geslachtskenmerk van een meisje te zien.

▼ Afb. 65



- 3 Secundaire geslachtskenmerken bij meisjes ontstaan onder invloed van oestrogenen.
- 4 Een voorbeeld van een secundair geslachtskenmerk bij een meisje is het maagdevlies.
- 5 In afbeelding 66 is een secundair geslachtskenmerk van een man te zien.

▼ Afb. 66



▼ Afb. 67

Eierstokprobleem helpt sporter

Van de vrouwelijke atleten die meedoen aan de Olympische Spelen heeft een groot deel PCOS (polycysteus-ovariumsyndroom). Dat ontdekten onderzoekers van het Karolinska Instituut in Zweden. Vrouwen met PCOS hebben een afwijking aan hun eierstokken. Hierdoor hebben zij een onregelmatige menstruatiecyclus. Vrouwen met PCOS hebben meer testosteron in hun bloed dan gemiddeld. Vooral bij krachtsporten zijn er veel vrouwen met PCOS. Bij sporten die vooral leunen op techniek, is het percentage lager.



- In de context 'Eierstokprobleem helpt sporter' (zie afbeelding 67) lees je over het polycysteus-ovariumsyndroom (PCOS). Bij vrouwelijke atleten die aan de Olympische Spelen meedoen, komt een veel hoger percentage vrouwen voor met PCOS.
- 6 Deze vrouwelijke atleten kunnen een meer gespierde lichaamsbouw ontwikkelen onder invloed van testosteron.

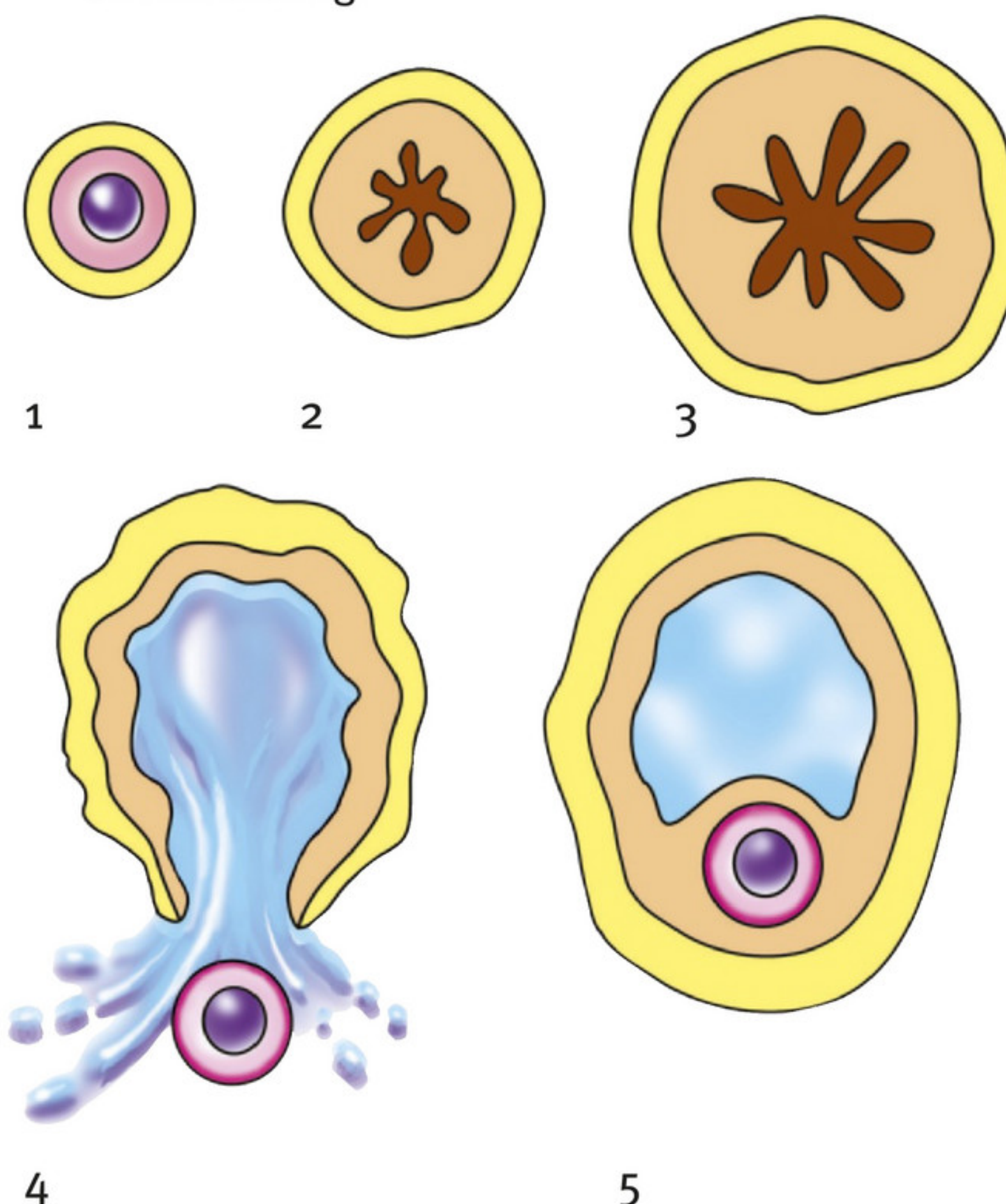
DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Drie delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw zijn:
 - 1 de bovenste laag van het baarmoederslijmvlies;
 - 2 een eicel die niet is bevrucht;
 - 3 het gele lichaam.
 Welk(e) van deze delen verlaat (verlaten) het lichaam van een vrouw tijdens de menstruatie?
 - A Alleen deel 1.
 - B Alleen deel 2.
 - C Alleen deel 3.
 - D Alleen de delen 1 en 2.
 - E Alleen de delen 1 en 3.
- 2 In afbeelding 68 zijn vijf fasen van een rijpende follikel en de verdere ontwikkeling getekend. In welke volgorde komen deze fasen voor in een eierstok?
 - A 1 – 2 – 3 – 5 – 4.
 - B 1 – 3 – 2 – 5 – 4.
 - C 1 – 4 – 5 – 2 – 3.
 - D 1 – 5 – 4 – 3 – 2.

▼ Afb. 68 Fasen van rijpende follikels en de verdere ontwikkeling.



- 3 Bij een vrouw van 30 jaar wordt de menstruatiecyclus steeds onregelmatiger. Soms duurt het wel drie maanden voor ze weer ongesteld is.

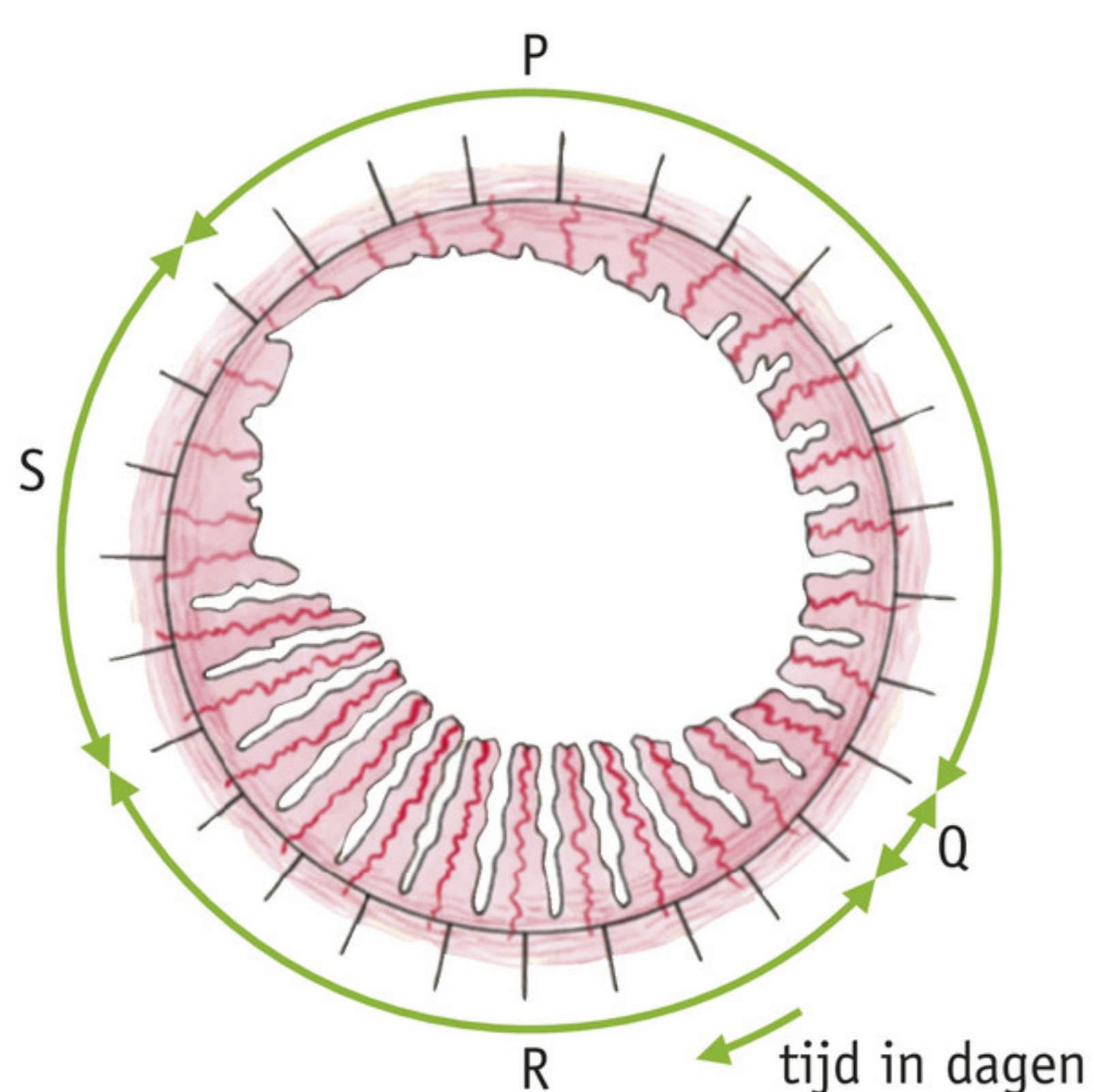
Kan de verstoring van de menstruatiecyclus een gevolg zijn van een afwijkende werking van de eierstokken? En een gevolg van een afwijkende werking van de hypofyse?

- A Alleen van een afwijkende werking van de eierstokken.
- B Alleen van een afwijkende werking van de hypofyse.
- C Van geen van beide.
- D Zowel van een afwijkende werking van de eierstokken als van een afwijkende werking van de hypofyse.

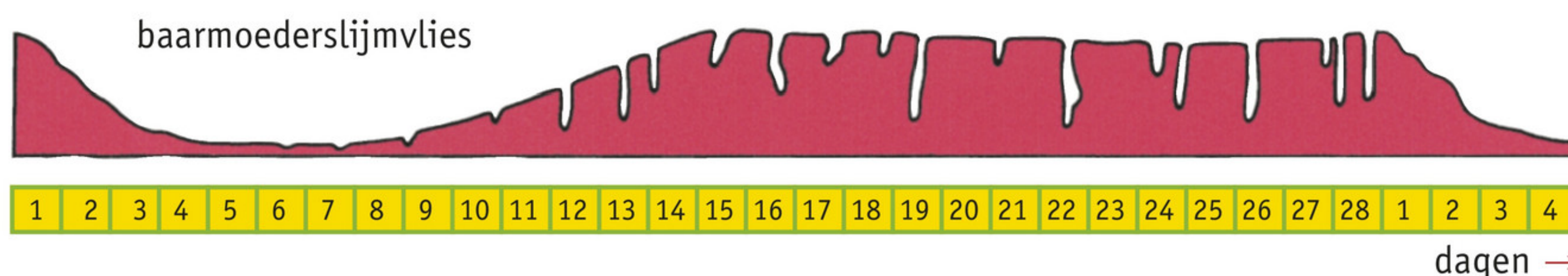
- 4 In afbeelding 69 is een menstruatiecyclus weergegeven die 28 dagen duurt. De letters P, Q, R en S geven bepaalde perioden in deze cyclus aan. In de eierstokken worden vrouwelijke geslachtshormonen geproduceerd. Dit gebeurt door de rijpende follikels en door het gele lichaam. In welke periode produceren cellen van rijpende follikels geslachtshormonen?

- A In periode P.
- B In periode Q.
- C In periode R.
- D In periode S.

▼ Afb. 69 Menstruatiecyclus.



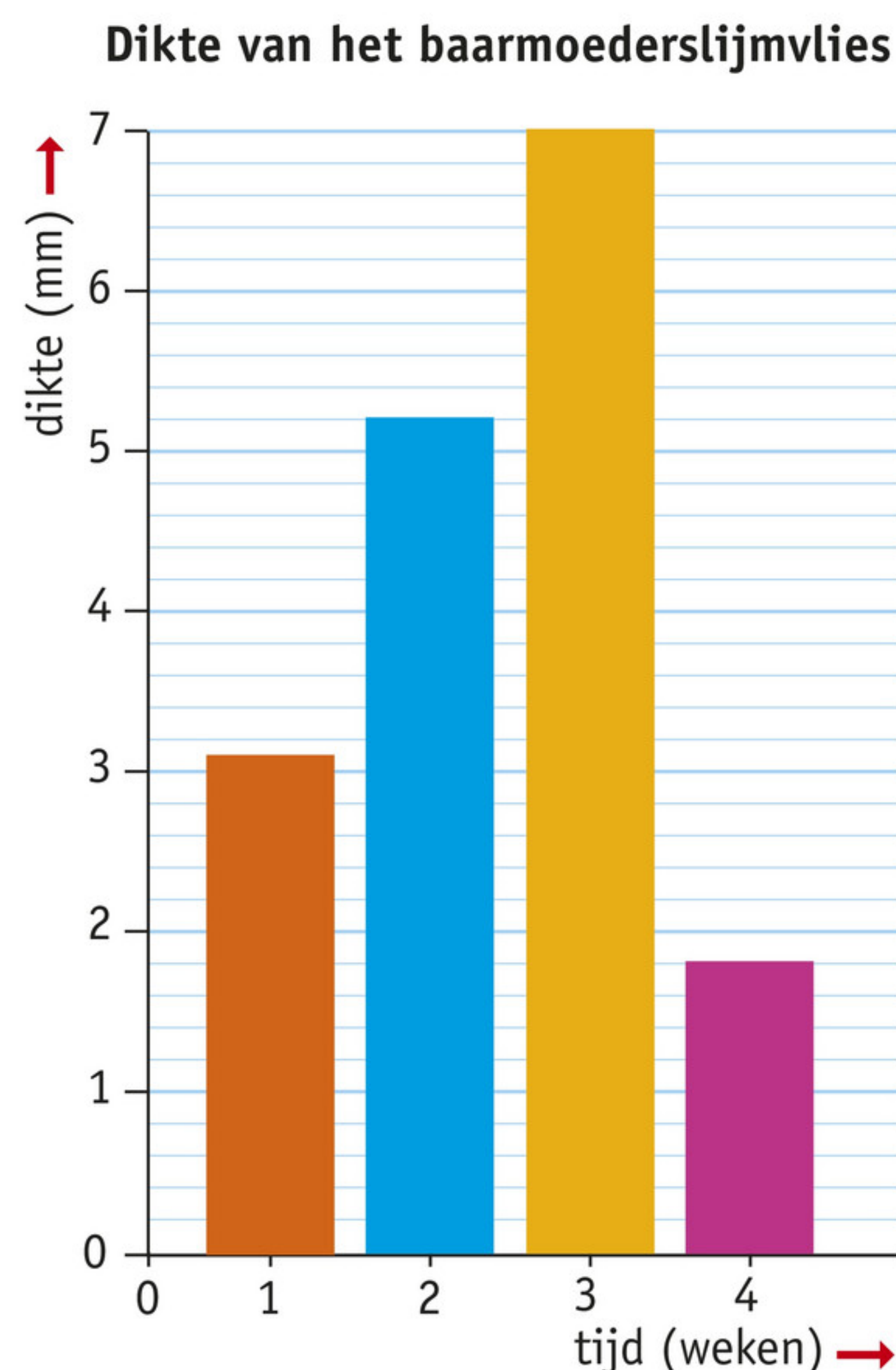
▼ Afb. 71 Afbraak en opbouw van het baarmoedervlies.



- 5 Van een vrouw wordt achtereenvolgens vier keer de dikte van haar baarmoederslijmvlies gemeten met tussenpozen van een week. In afbeelding 70 zie je de dikte van haar baarmoederslijmvlies weergegeven in een staafdiagram. Tussen welk van de gemeten tijdstippen ontstaat het gele lichaam?

- A Tussen tijdstip 1 en 2.
- B Tussen tijdstip 2 en 3.
- C Tussen tijdstip 3 en 4.

▼ Afb. 70 Meting van de dikte van het baarmoedervlies.



- 6 Tijdens een menstruatiecyclus wordt het baarmoederslijmvlies afgebroken en weer opgebouwd. In afbeelding 71 zijn deze afbraak en opbouw weergegeven gedurende een periode van enkele weken.

Waarvoor dient de opbouw van het baarmoederslijmvlies?

- A Om bevruchting mogelijk te maken.
- B Om innesteling mogelijk te maken.
- C Om menstruatie mogelijk te maken.

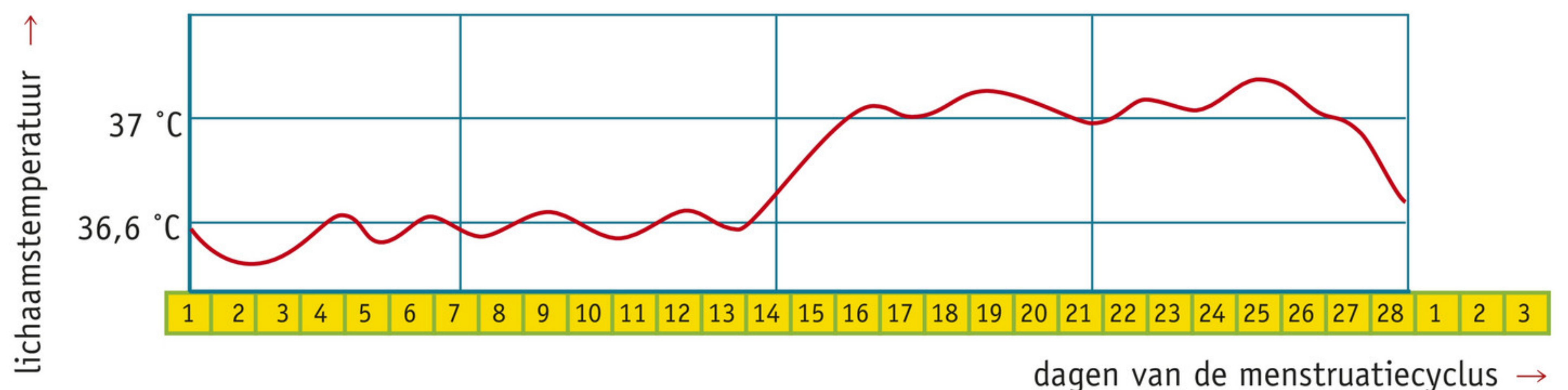
DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

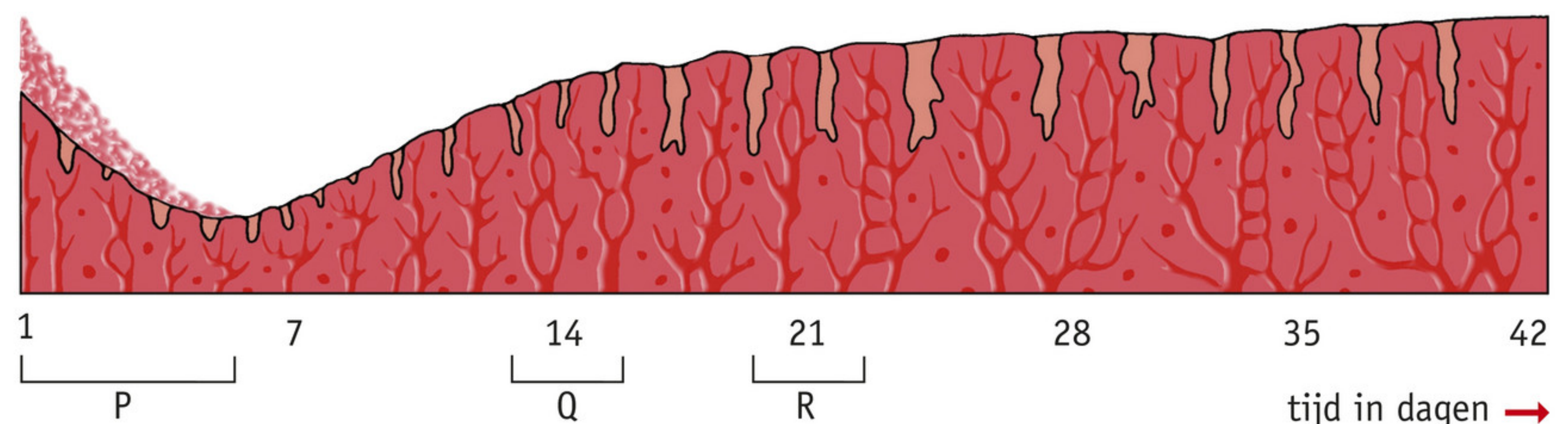
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 72 is de lichaamstemperatuur van een vrouw tijdens een menstruatiecyclus weergegeven. Het meten van de lichaamstemperatuur is een methode om het moment van de ovulatie te bepalen. De vrouw moet dan elke morgen op hetzelfde tijdstip, voor ze uit bed stapt, haar lichaamstemperatuur opnemen. Direct na de ovulatie stijgt de lichaamstemperatuur sterk. Na enige tijd daalt de lichaamstemperatuur weer. In welke periode was deze vrouw vruchtbaar?
 - A Omstreeks de 1e dag.
 - B Omstreeks de 14e dag.
 - C Omstreeks de 28e dag.
- 2 Demi had altijd een regelmatige menstruatiecyclus van 28 dagen. Dit keer is haar menstruatie niet opgetreden op de dag waarop zij die had verwacht. Ze vermoedt dat ze zwanger is en doet daarom met urine een zwangerschapstest. Ze blijkt inderdaad zwanger te zijn. Twee processen die in het lichaam van een vrouw kunnen optreden zijn:
 - 1 de eerste delingen van de bevruchte eicel;
 - 2 het afsterven van het gele lichaam.
 Welk(e) van deze processen heeft (hebben) in Demi's lichaam plaatsgevonden, sinds de start van de laatste menstruatiecyclus?
 - A Alleen proces 1.
 - B Alleen proces 2.
 - C De processen 1 en 2.

- **Afb. 72** Lichaamstemperatuur tijdens een menstruatiecyclus.



- **Afb. 73** Veranderingen in het baarmoedervlies tijdens de zwangerschap.



- 3 In afbeelding 73 zijn de veranderingen in het baarmoederslijmvlies van een zwangere vrouw gedurende een periode van zes weken schematisch weergegeven. In welke periode heeft innesteling plaatsgevonden?
 - A In periode P.
 - B In periode Q.
 - C In periode R.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Al vroeg in de ontwikkeling van een embryo van de mens wordt het hart gevormd. Hier staan twee beweringen over dit hart:
 - 1 Door dit hart stroomt bloed dat afkomstig is van het embryo en bloed dat afkomstig is van de moeder.
 - 2 Het hart pompt bloed door het embryo en door een deel van de placenta.
 Welke van deze beweringen is (zijn) juist?
 - A Alleen bewering 1.
 - B Alleen bewering 2.
 - C Beide beweringen.
 - D Geen van beide beweringen.

In afbeelding 74 is een baarmoeder met foetus schematisch getekend.

- 2 Een zwangere vrouw neemt een medicijn in. Dit medicijn komt via haar bloed in de foetus terecht. Op welke van de genummerde plaatsen komt het medicijn van het bloed van de moeder in het bloed van het embryo terecht?

A Op plaats 1.
B Op plaats 2.
C Op plaats 3.
D Op plaats 4.

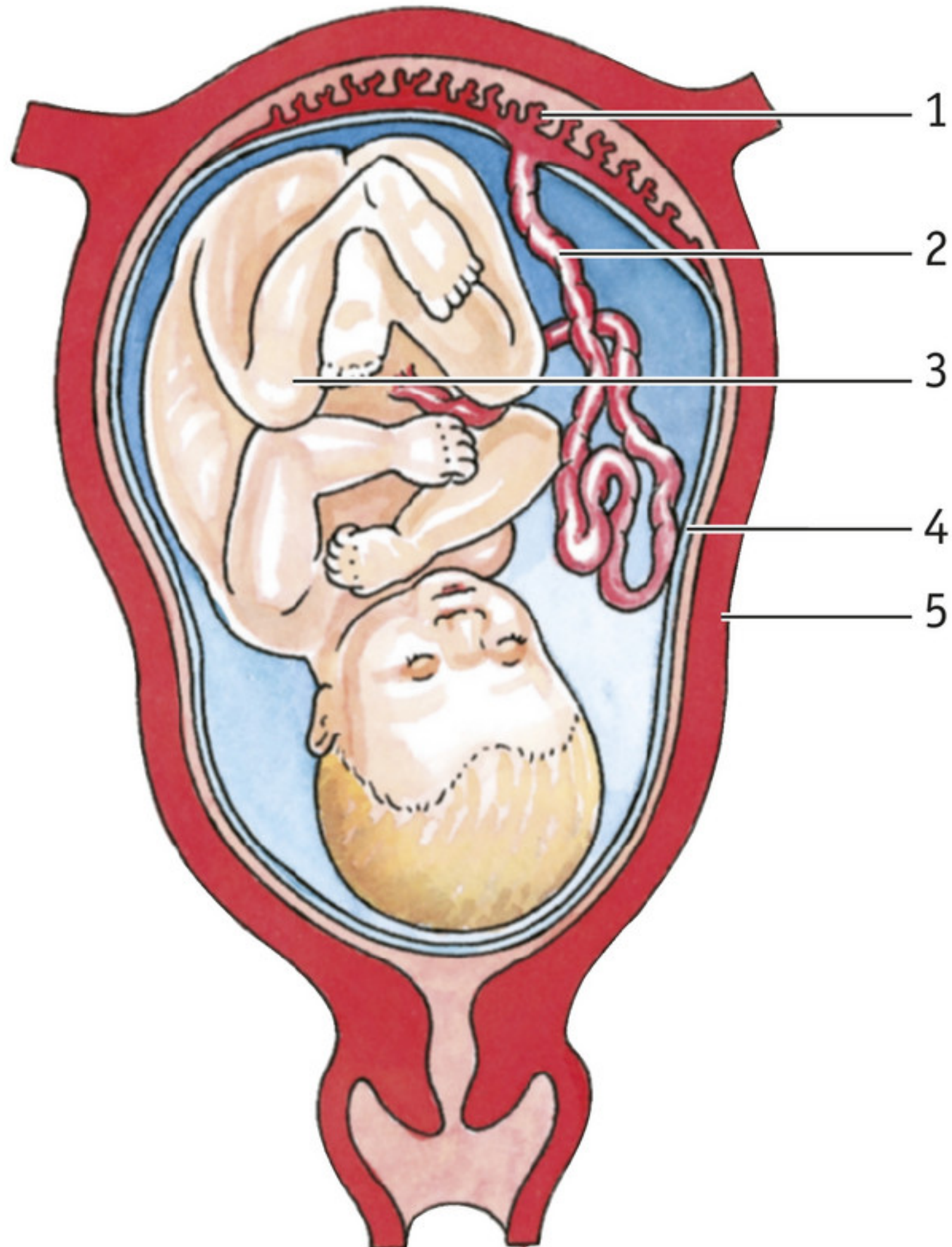
- 3 Hier staan twee beweringen over de functie van vruchtwater voor het embryo:

- 1 Door het vruchtwater wordt het embryo beschermd tegen schokken.
2 Uit het vruchtwater neemt het embryo de benodigde zuurstof op.

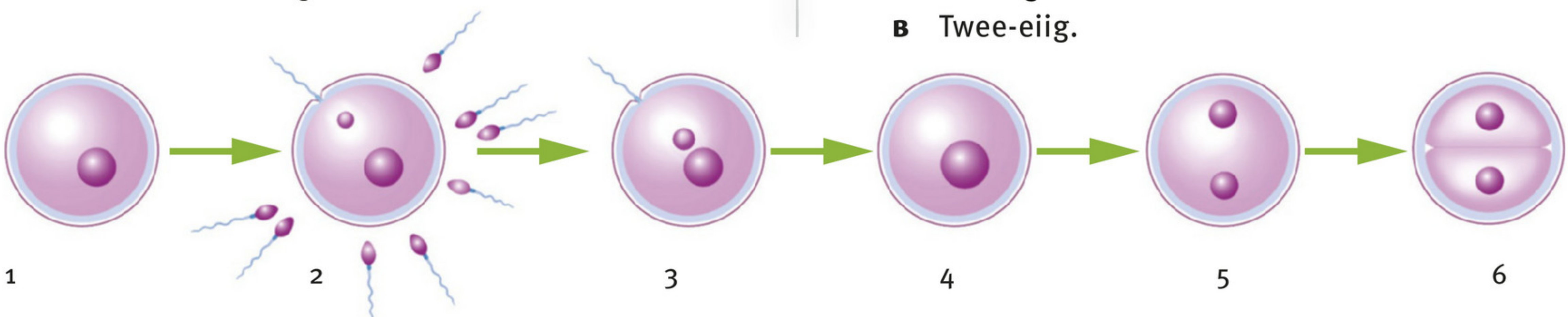
Welke van deze beweringen is (zijn) juist?

A Functie 1.
B Functie 2.
C Functie 1 en 2.

▼ Afb. 74 Baarmoeder met foetus.



▼ Afb. 76 Een tweeling.

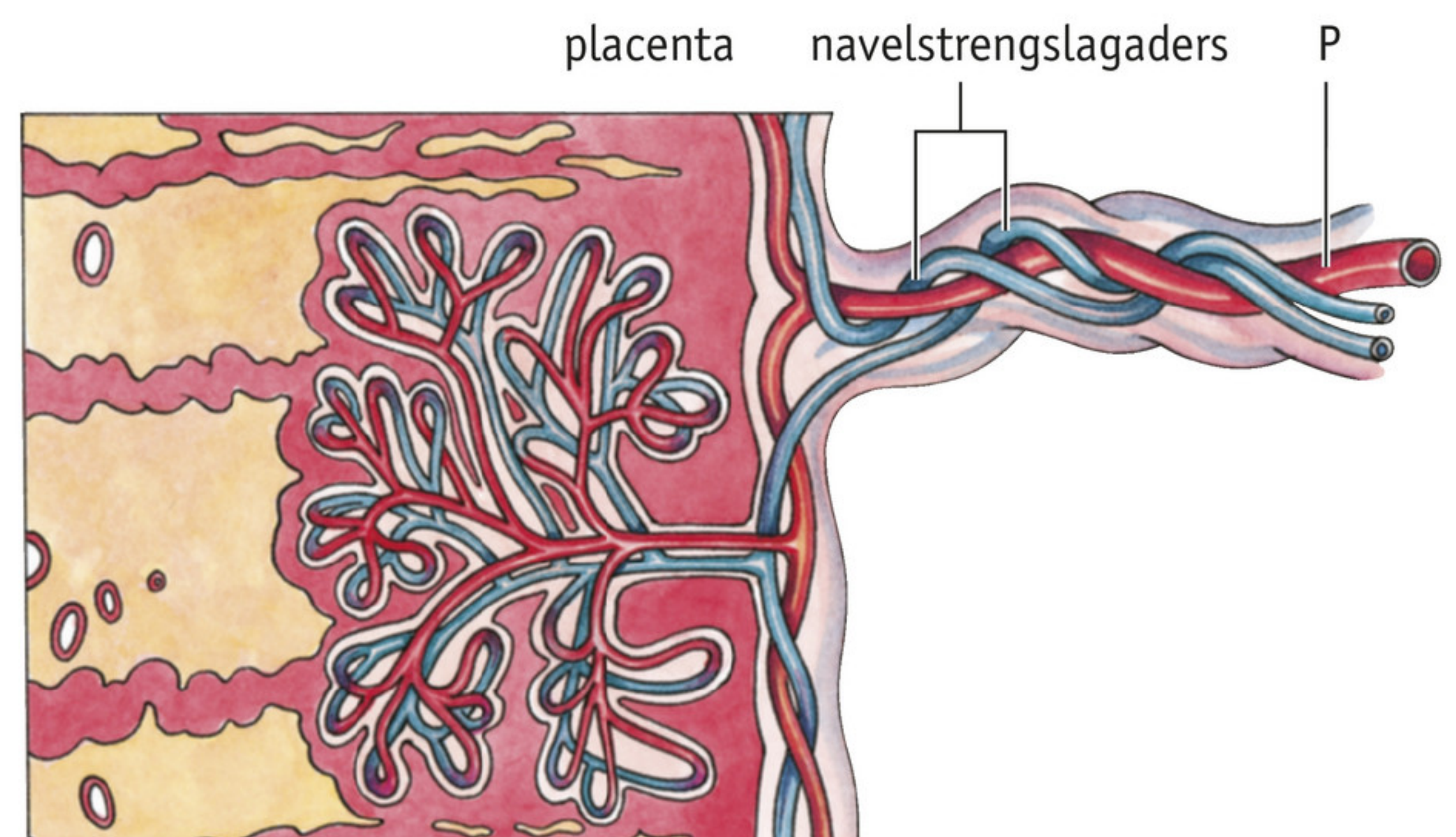


In afbeelding 75 is een deel van de placenta met een deel van de navelstreng schematisch getekend. Over deze afbeelding gaan vraag 4 en 5.

- 4 Is het bloed op plaats P zuurstofrijk of zuurstofarm? En bevat het bloed op plaats P veel of weinig afvalstoffen?

<i>Het bloed op plaats P is</i>	<i>Het bloed op plaats P bevat</i>
A zuurstofarm.	veel afvalstoffen.
B zuurstofarm.	weinig afvalstoffen.
C zuurstofrijk.	veel afvalstoffen.
D zuurstofrijk.	weinig afvalstoffen.

▼ Afb. 75 Placenta met navelstreng.



- 5 In welke richting stroomt het bloed door de navelstrengslagaders?

A In beide navelstrengslagaders stroomt het bloed naar het embryo toe.
B In beide navelstrengslagaders stroomt het bloed van het embryo weg.
C In de ene navelstrengslagader stroomt het bloed naar het embryo toe, in de andere van het embryo weg.

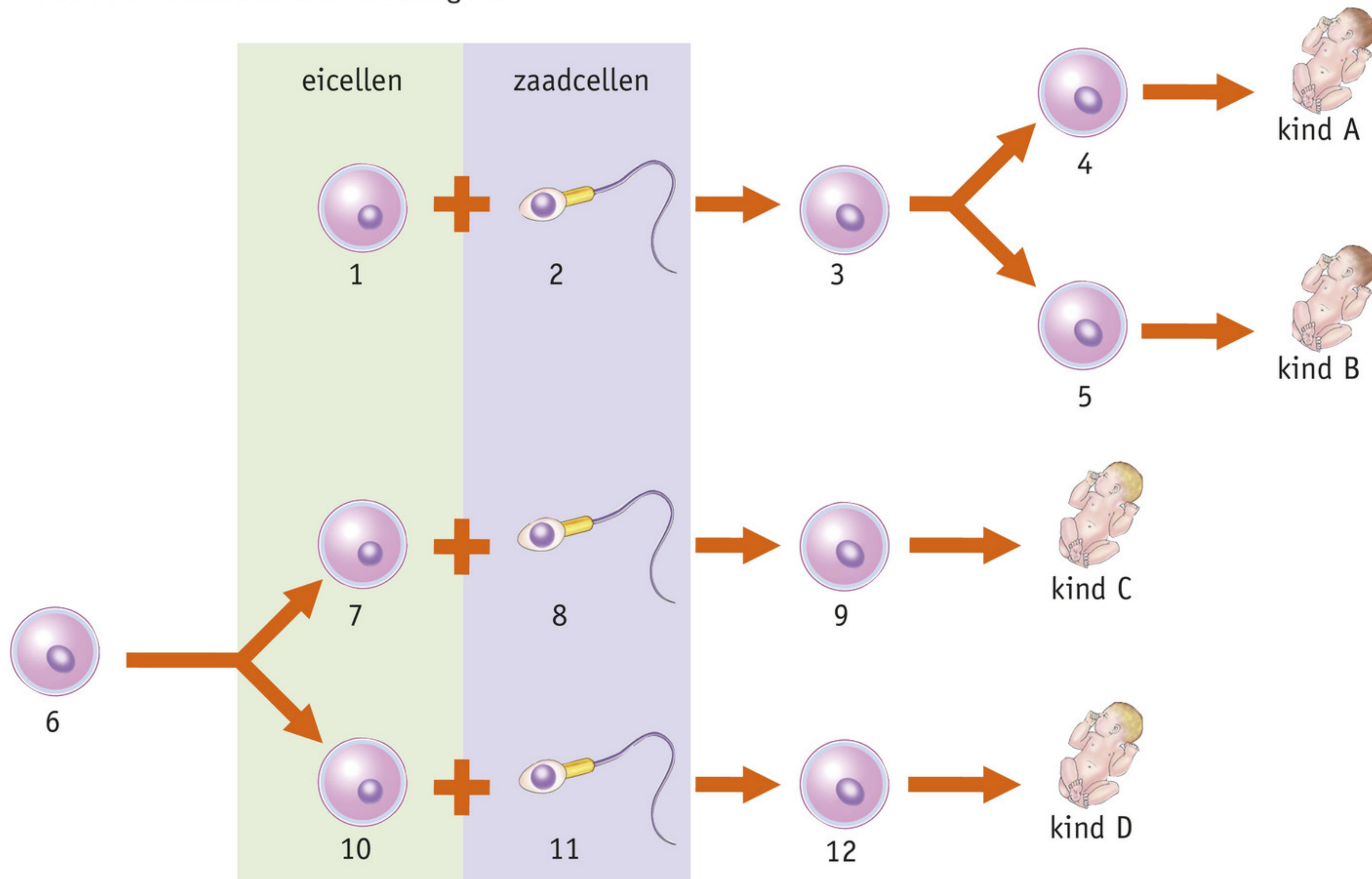
DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Het komt wel eens voor dat cellen, zoals die in stadium 6 van afbeelding 76, van elkaar losraken. Hierdoor kan een tweeling ontstaan. Is deze tweeling eeneiig of twee-eiig?
- A Eeneiig.
B Twee-eiig.

▼ **Afb. 77** Ontstaan van tweelingen.



In afbeelding 77 is het ontstaan van twee tweelingen schematisch weergegeven.

2 Uit welke cellen ontstaat een twee-eiige tweeling?

- A Uit de cellen 4 en 5.
- B Uit de cellen 9 en 12.

3 Waaruit zijn kind A en kind B ontstaan?

- A Uit één eicel en één zaadcel.
- B Uit één eicel en twee zaadcellen.
- C Uit twee eicellen en één zaadcel.
- D Uit twee eicellen en twee zaadcellen.

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Enkele weken voor de bevalling zakt het hoofdje van de foetus in het bekken.

Hoe heet dit proces?

- A De indaling.
- B De ontsluiting.
- C De uitdrijving.

2 Hoe heten de samentrekkingen van de spieren in de baarmoederwand aan het begin van de bevalling?

- A Naweeën.
- B Persweeën.
- C Weeën.

3 Emily is geboren! De vader van Emily mag bij de bevalling de navelstreng doorknippen. Het is belangrijk dat daarvoor eerst de navelstreng wordt afgeklemd.

Op welke plaats moet de vader van Emily de navelstreng doorknippen?

- A De navelstreng moet worden doorgesneden aan de kant van de baby voor de klem.
- B De navelstreng moet worden doorgesneden aan de kant van de moeder voor de klem.

4 In afbeelding 78 is een fase van de geboorte te zien. Welke fase is dit?

- A De indaling.
- B De nageboorte.
- C De ontsluiting.
- D De uitdrijving.

▼ **Afb. 78** Welke fase van de geboorte zie je?



DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

De acht levensfasen van de mens zijn: baby, peuter, kleuter, schoolkind, puber, adolescent, volwassene en bejaarde.

Zet kruisjes in de juiste kolom.

- 1 Fer is zijn drinkbeker aan het vullen. Sinds een paar weken kan Fer dit zelf. De boterhammen zitten al in zijn tas. Klaar om te gaan!
In welke levensfase zit Fer waarschijnlijk?
- 2 Roos viert vandaag haar derde verjaardag.
Hoe noemen we de levensfase waarin Roos zit?
- 3 In welke levensfase zit de moeder van Roos?
- 4 Fati gaat studeren in Amsterdam. Dat is ver van huis, dus gaat zij op kamers wonen.
In welke levensfase zit Fati?

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 7

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Je kunt aids krijgen door tijdens een schoolfeestje uit het glas van een ander te drinken.
- 2 Een zweertje aan de geslachtsorganen (zie afbeelding 79) is een verschijnsel van gonorroe.

▼ **Afb. 79** Kenmerk van een soa.



In 2011 raakten 480 personen besmet met syfilis. In 2012 waren dit er 550.

- 3 Het aantal besmette personen is gestegen met 70.

De ziekte van Pfeiffer wordt, net als aids, veroorzaakt door een virus.

- 4 De ziekte van Pfeiffer is daarom ook een soa.
- 5 Bij een aidspatiënt is het afweersysteem tegen ziekteverwekkers aangetast.

- 6 Zolang een seropositieve persoon geen ziekteverschijnselen vertoont, kan deze persoon niemand met hiv besmetten.

De volgende informatie komt uit een folder over soa's.

Hoe herken je deze soa?

Mannen kunnen last hebben van afscheiding uit de urinebuis. Plassen kan pijn doen. Vrouwen merken vaak niets. Soms is er iets meer afscheiding dan normaal. Deze soa is eenvoudig te genezen, als je er op tijd bij bent.

- 7 Deze informatie kan zowel over chlamydia als over gonorroe gaan.

De klachten van soa's kunnen veel op elkaar lijken.

- 8 De arts kan met behulp van een soa-test onderzoeken welke soa het is.

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 8

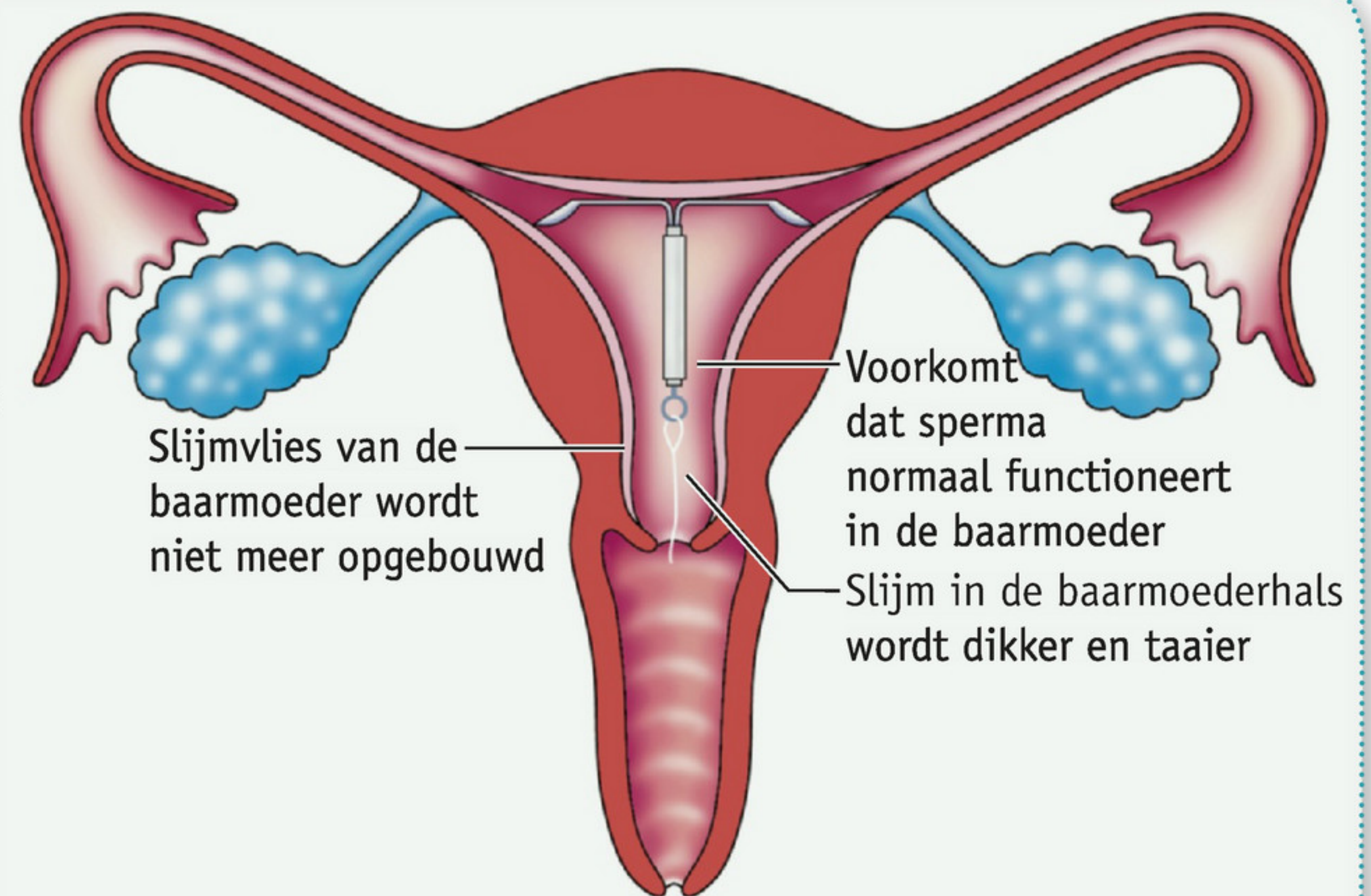
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Coïtus interruptus en periodieke onthouding hebben als voordeel dat er geen anticonceptiemiddelen hoeven te worden gebruikt. Beide methoden zijn echter erg onbetrouwbaar. Twee leerlingen doen hierover een uitspraak.
Birgitta zegt dat coïtus interruptus onbetrouwbaar is, doordat het moment van ovulatie niet precies is vast te stellen.
Nurdan zegt dat periodieke onthouding onbetrouwbaar is, doordat voorvocht zwangerschap kan veroorzaken.
Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Alleen Birgitta heeft gelijk.
 - B Alleen Nurdan heeft gelijk.
 - C Birgitta en Nurdan hebben allebei gelijk.
 - D Birgitta en Nurdan hebben allebei ongelijk.
- 2 Drie voorbehoedmiddelen zijn de pil, het condoom en de NuvaRing.
Bij welk(e) van deze voorbehoedmiddelen berust de werking op het voorkomen van ovulaties?
 - A Alleen bij de pil.
 - B Alleen bij de pil en de NuvaRing.
 - C Alleen bij de pil en het condoom.
 - D Bij de pil, het condoom en de NuvaRing.

▼ Afb. 80

Hoe werkt een Mirena?

Door de lokale werking van Mirena zijn er weinig bijwerkingen. Het levonorgestrel wordt rechtstreeks in de baarmoeder afgegeven. Daardoor is er minder van deze stof nodig in vergelijking met de pil. Bij Mirena komt zelfs 60 tot 100 maal minder werkzame stof in het bloed dan bij de anticonceptiepil. Daarom wordt de normale cyclus bij gebruik van Mirena niet verstoord. Een andere eigenschap van Mirena in vergelijking met de pil is dat je er niet elke dag aan hoeft te denken.



De context 'Hoe werkt een Mirena?' in afbeelding 80 hoort bij vraag 3 en 4.

- 3 In de context is een bepaald merk voorbehoedmiddel weergegeven. Welk type voorbehoedmiddel is hier weergegeven?
- A Hormoonspiraaltje.
 - B Koperspiraaltje.
 - C Sterilisatie.
- 4 In het artikel wordt de stof levonorgestrel genoemd. Waarmee is deze stof te vergelijken?
- A Hormonen die een ovulatie voorkomen.
 - B Hormonen die het baarmoederslijmvlies dikker maken.
 - C Hormonen die zorgen dat de follikels gaan rijpen.
- 5 Een vrouw heeft zich laten steriliseren. Vinden bij deze vrouw nog menstruaties plaats?
- A Bij deze vrouw vinden nog wel menstruaties plaats.
 - B Bij deze vrouw vinden geen menstruaties meer plaats.

DOELSTELLING 14

BASISSTOF 8

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Hormonen in de morning-afterpil voorkomen innesteling.
- 2 Als een zwangere vrouw te laat is voor een abortuspil, kan ze alsnog naar de dokter voor de morning-afterpil.
- 3 Een vrouw kan op elk moment tijdens de zwangerschap een abortus ondergaan.

DOELSTELLING 15

BASISSTOF 9

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 81 zie je een reclame voor een horloge. Roy zegt over de reclame: 'De fabrikant gebruikt een foto met een beroemde, knappe man, zodat mannen dit horloge eerder kopen. De mannen willen net zo knap en succesvol zijn als de man van de foto.' Sebastiaan zegt over deze reclame: 'De fabrikant kan beter een foto van een gewone, onbekende man met het horloge gebruiken. Anders denken ze dat het horloge alleen voor beroemde mensen is.' Wie van de jongens heeft (hebben) gelijk?
- A Alleen Roy heeft gelijk.
- B Alleen Sebastiaan heeft gelijk.
- C Roy en Sebastiaan hebben allebei ongelijk.

▼ **Afb. 81** Reclame voor een horloge.

- 2 Daphne heeft een vriend, Lars. Ze zien elkaar niet vaak, want ze wonen ongeveer 200 km van elkaar vandaan. Tijdens hun videogesprekken praten ze over wat ze elke dag meemaken, maar soms gaat het er wat spannender aan toe. Lars vraagt of Daphne haar truitje zou willen uittrekken. Daar wordt hij opgewonden van. Daphne twijfelt: moet ze dat wel doen?

Haar beste vriendin Naomi zegt dat als ze Lars vertrouwt, ze gewoon haar truitje voor hem kan uitdoen.

Is dit advies van Naomi een feit of een mening?

- A Een feit.
 - B Een mening.
- 3 Wat zijn functies van seksualiteit?
- A Lustbeleving.
 - B Voortplanting.
 - C Lustbeleving en voortplanting.
 - D Geen van beide.
- 4 In een bericht op nu.nl staat het volgende fragment: 'De hoofdverdachte is een 54-jarige man. Zijn dochter van 30 jaar ging bijna een jaar geleden naar de politie om aangifte te doen. Zij zegt tussen juni 1987 en juni 1993 stelselmatig door haar vader te zijn misbruikt.'
- Van welke vorm van seksueel geweld is sprake in dit fragment?
- A Aanranding.
 - B Grooming.
 - C Incest.
 - D Loverboys.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Kraamverzorgende

Verpleegkundige, kraamverpleegkundige, pedagogisch medewerker kinderopvang en klassenassistent zijn voorbeelden van beroepen die te maken hebben met voortplanting en ontwikkeling van mensen. In deze verrijkingstof maak je kennis met kraamverzorgende Janet (zie afbeelding 82).

WB OPDRACHT 1 BLZ. 88

▼ Afb. 82

Kraamverzorgende

Mijn naam is Janet. Het baby'tje dat ik hier verzorg, is twee dagen oud. Zijn broer kijkt mee, terwijl ik de baby verzorg. Ik ben de eerste dagen na de geboorte verantwoordelijk voor de verzorging, gezondheid en veiligheid van moeder en baby.

Als het een eerste kind is, leer ik de moeder hoe ze met de baby moet omgaan. Ik leer haar een luier om te doen, het kind te wassen, enzovoort.

Als kraamverzorgende moet je goed met verschillende mensen kunnen omgaan en goed kunnen luisteren. Je moet je kunnen inleven in mensen.

Het is een hele organisatie om alles goed te laten verlopen. Deze uitdaging maakt het erg leuk werk.

Mensen vragen me vaak om advies, bijvoorbeeld over borstvoeding. Bij het vorige gezin waar ik werkte, vroeg de moeder of het goed was om borstvoeding te geven. Ze had gelezen over sommige delen van Nederland waar kleine hoeveelheden giftige stof in de moedermelk zijn gevonden. Ik heb haar verteld dat normaal in moedermelk



stoffen voorkomen die het kind beschermen tegen ziekten. Het is dus heel goed voor de baby. De voordelen van moedermelk zijn nog altijd groter dan de risico's. Dat heeft haar wel gerustgesteld. Het geven van borstvoeding vond ze een heel bijzondere ervaring.

2 Het aidsbekerspel

Hiv veroorzaakt aids. Er is nog steeds geen medicijn dat aids kan genezen. Vooral in derdewereldlanden komt hiv veel voor. Maar ook in Nederland zijn er mensen besmet met hiv. In 2010 werd het aantal seropositieve personen geschat op 24 000.

Het zal je maar overkomen: een besmetting met hiv. De enige manier om zeker te zijn dat je niet wordt besmet, is door een condoom te gebruiken (zie afbeelding 83).

► **Afb. 83** Wees voorzichtig!



In deze verrijkingstof speel je met je klas het aidsbekerspel. Je krijgt vooraf een rol: jij bent bijvoorbeeld iemand die veilig vrijt of regelmatig onveilige seks heeft. Je ervaart hoe hiv zich kan verspreiden.

Tijdens de verwerkingsopdrachten stel je een onderzoeksvraag op en verwerk je de resultaten tot een conclusie.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 89

PLUSSTOF

3 Voortplanting bij dieren

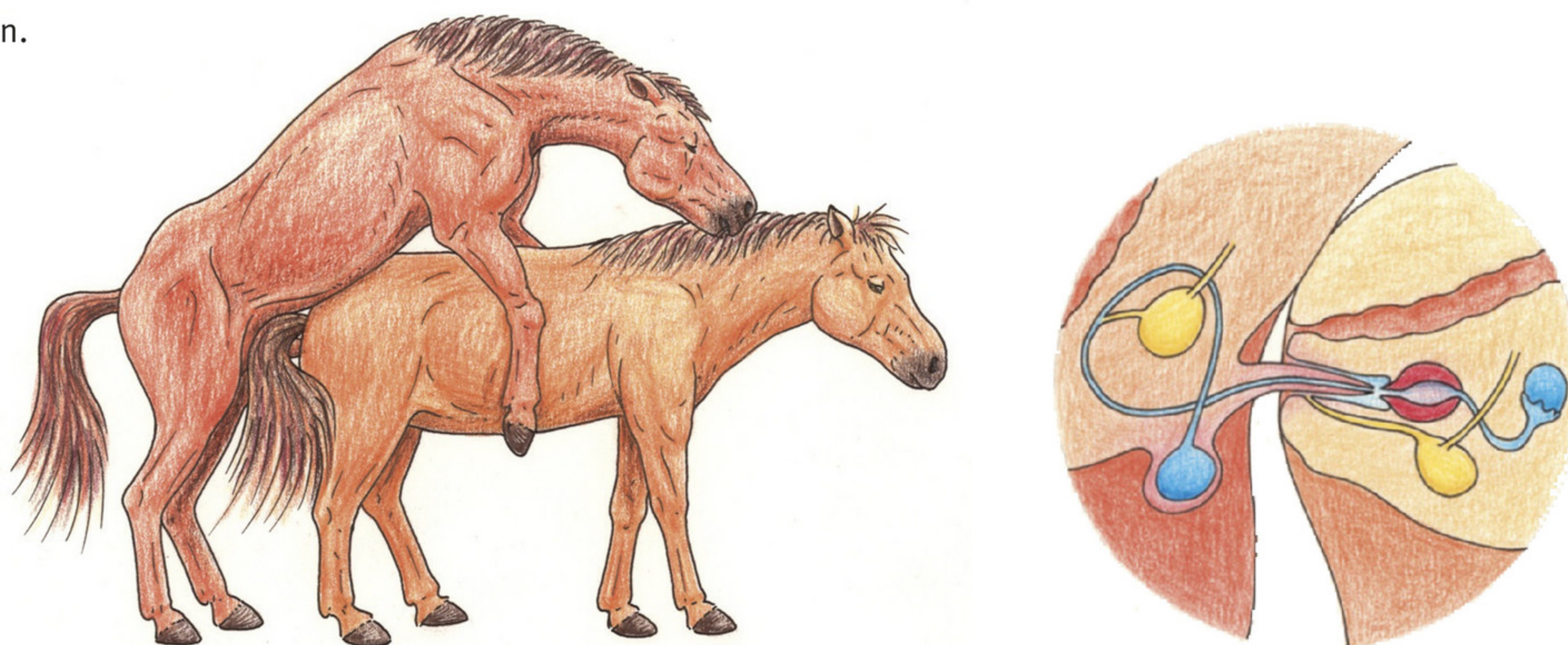
In de basisstof is de voortplanting bij de mens behandeld. In deze verrijkingstof leer je meer over de voortplanting bij dieren.

INWENDIGE BEVRUCHTING

De mens is een zoogdier. Paarden, honden en katten zijn andere voorbeelden van zoogdieren. De voortplanting van alle zoogdieren lijkt op elkaar. Ook de voortplantingsorganen zijn vergelijkbaar.

Het mannetje brengt via zijn penis sperma in de vagina van het vrouwtje. Dit gebeurt ook bij paarden zo (zie afbeelding 84). Wanneer de bevruchting in het lichaam van het vrouwtje plaatsvindt, noemen we dat **inwendige bevruchting**. Bij zoogdieren is de bevruchting altijd inwendig.

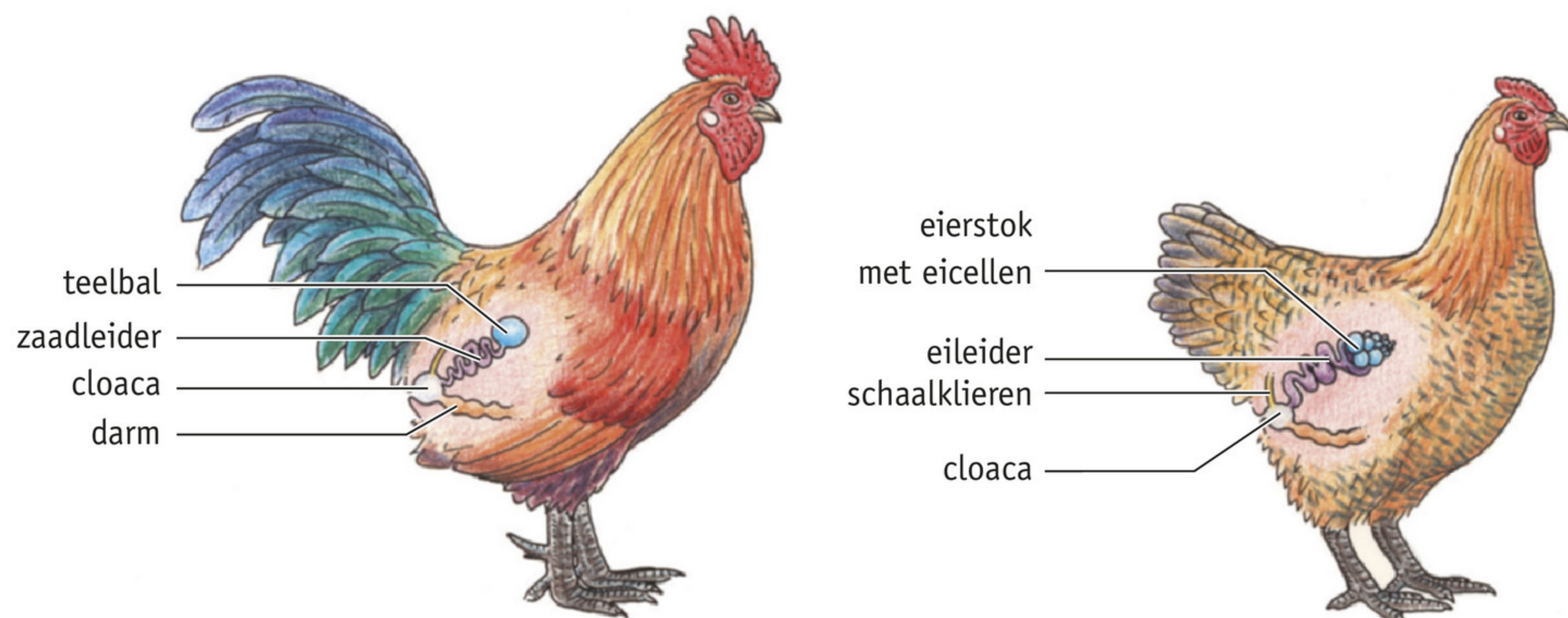
► **Afb. 84** Parende paarden.



Vogels hebben geen penis of vagina. Zowel mannetjes als vrouwtjes hebben een **cloaca**. In de cloaca komen bij een mannetje de zaadleiters uit. Bij een vrouwtje komt de eileider uit in de cloaca. Bij beide komen in de cloaca ook nog de darm en de urineleiters uit (zie afbeelding 85).

Bij de paring persen het mannetje en het vrouwtje de cloacaopeningen tegen elkaar (zie afbeelding 86). Zaadcellen kunnen zo de eileider bereiken.

▼ **Afb. 85** Het voortplantingsstelsel van een kip (schematisch).



1 een haan

2 een hen

▼ **Afb. 86** Parende vogels.



Reptielen hebben meestal een lange staart, wat de paring moeilijk maakt. Daarom hebben veel reptielen (slangen en hagedissen) twee penissen. Zo'n penis wordt een hemipenis genoemd (zie afbeelding 86). Hierdoor kan het mannetje zowel links als rechts van de staart contact maken met een vrouwtje. Reptielen hebben, net als vogels, een cloaca. Een van de hemipenissen dringt de cloaca van het vrouwtje binnen (zie afbeelding 87). Bij reptielen en vogels is ook sprake van inwendige bevruchting.

UITWENDIGE BEVRUCHTING

Bij dieren die in het water leven, kan **uitwendige bevruchting** voorkomen. Zowel de eicellen als de zaadcellen komen dan in het water terecht. De bevruchting vindt in het water plaats. Dit komt bijvoorbeeld voor bij vissen en kikkers. Wanneer bevruchting buiten het lichaam plaatsvindt, noemen we dat uitwendige bevruchting.

▼ **Afb. 87** Hemipenissen van een slang.



▼ **Afb. 88** De paring van de zandhagedis laat de noodzaak van een dubbele penis zien.



▼ **Afb. 89** Parende kikkers.



Bij kikkers zit het mannetje tijdens de paring boven op het vrouwtje (zie afbeelding 89). Bij het mannetje komen zaadcellen vrij precies op het moment dat bij het vrouwtje eicellen vrijkomen. De bevruchting vindt plaats in het water.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 91

Examentrainer

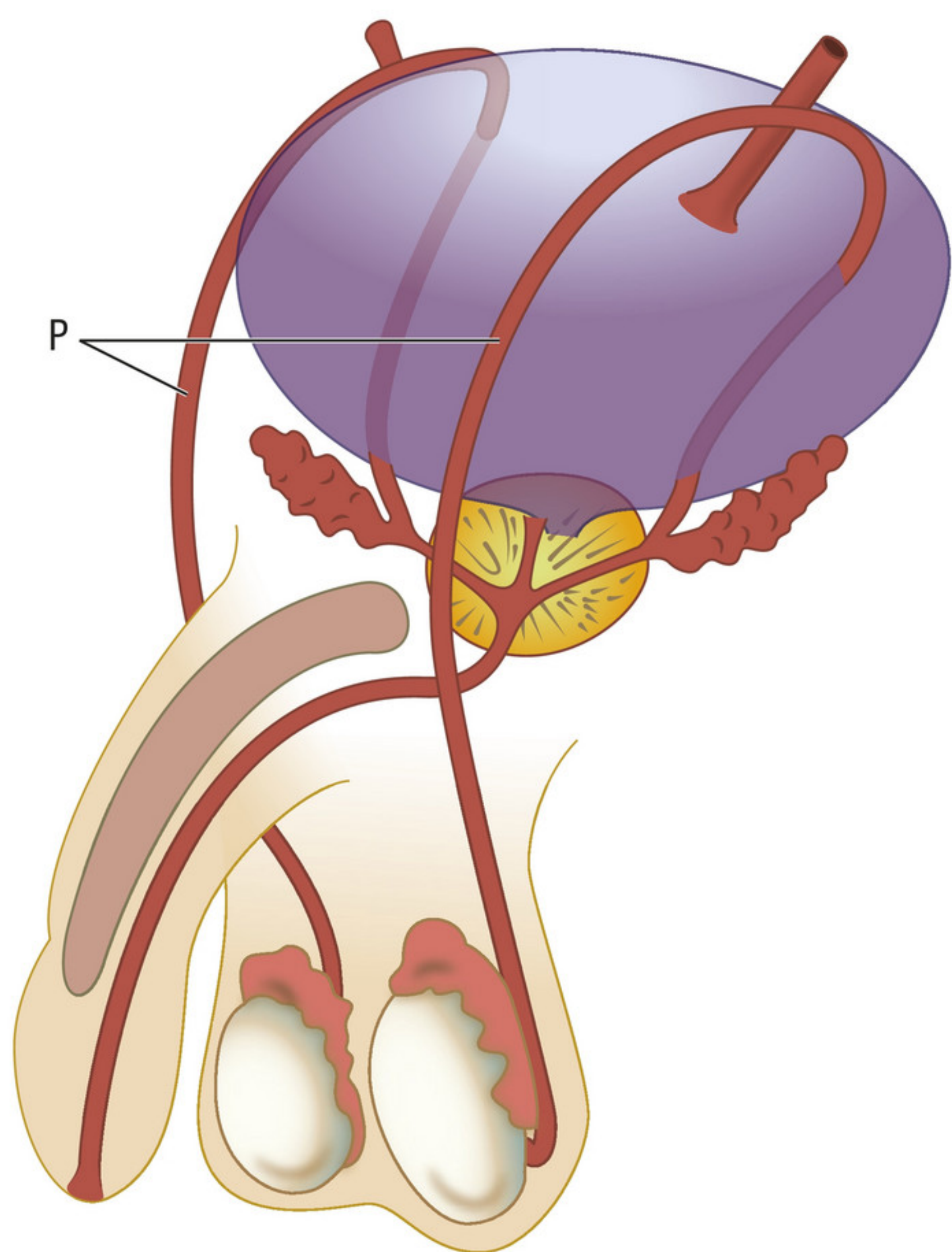
TAAISLIJMZIEKTE

Naar: examen vmbo-k 2014-1, vraag 28.

Taaismlijmziekte is een ziekte waarbij slijm dat in het lichaam wordt gemaakt, abnormaal dik en taai is. Dit veroorzaakt problemen in verschillende orgaanstelsels. Bij veel jongens met taaismlijmziekte bevat het sperma alleen zaadvocht en geen zaadcellen. Zij zijn daardoor onvruchtbaar. Bij deze jongens ontbreken de delen van de voortplantingsorganen die in afbeelding 90 zijn aangegeven met de letter P.

1p **1** Hoe heten deze delen?

▼ **Afb. 90** Mannelijk geslachtsorgaan.



MEDISCHE TECHNIEKEN

Naar: examen vmbo-k 2014-1, vraag 37 en 41.

Door een diepe ruggenprik wordt de onderste helft van het lichaam volledig verdoofd. De spieren van het onderlichaam kunnen dan niet meer worden gebruikt. Als tijdens de geboorte van een baby de pijn van de moeder moet worden onderdrukt, wordt een halfdiepe ruggenprik toegepast. De pijn wordt dan minder, maar spieren in het onderlichaam werken nog wel.

1p **2** Leg uit waarvoor het nodig is dat die spieren dan nog wel werken.

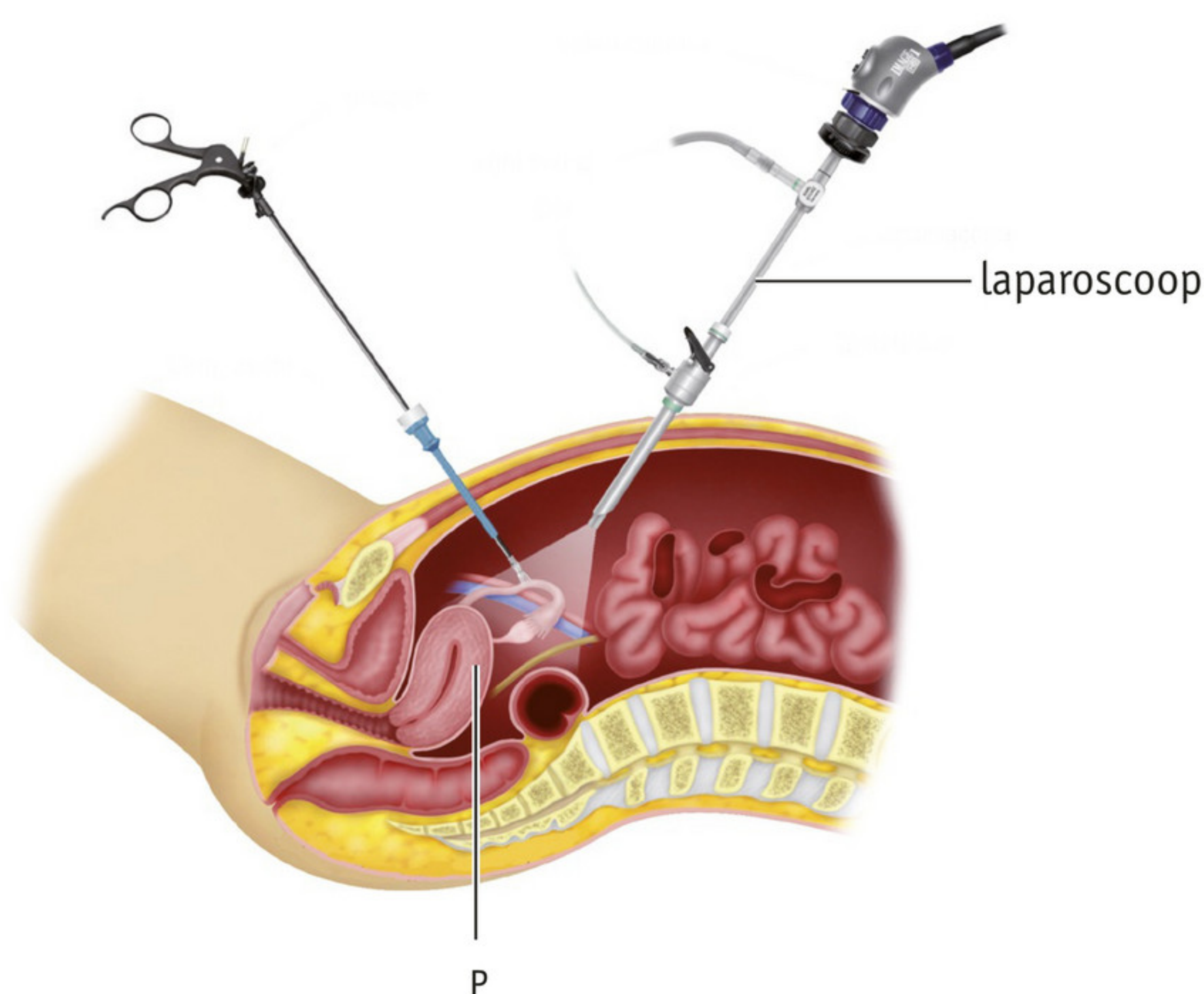
Bij laparoscopie maakt een arts enkele sneetjes in de buikwand. Er wordt een gas in de buikholte geblazen om ruimte te maken voor de operatie. Door een van de sneetjes brengt de arts een laparoscoop in de buikholte. In de laparoscoop zit een camera waarmee hij in de buikholte kan kijken. Door de andere sneetjes brengt hij instrumenten in voor het uitvoeren van een operatie, bijvoorbeeld aan de voortplantingsorganen (zie afbeelding 91).

In de afbeelding geeft de letter P een orgaan aan.

1p **3** Wat is de naam van dit orgaan?

- A Baarmoeder.
- B Endeldarm.
- C Nier.
- D Urineblaas.

▼ **Afb. 91** Laparoscopie.



VOORTPLANTINGSORGAAN

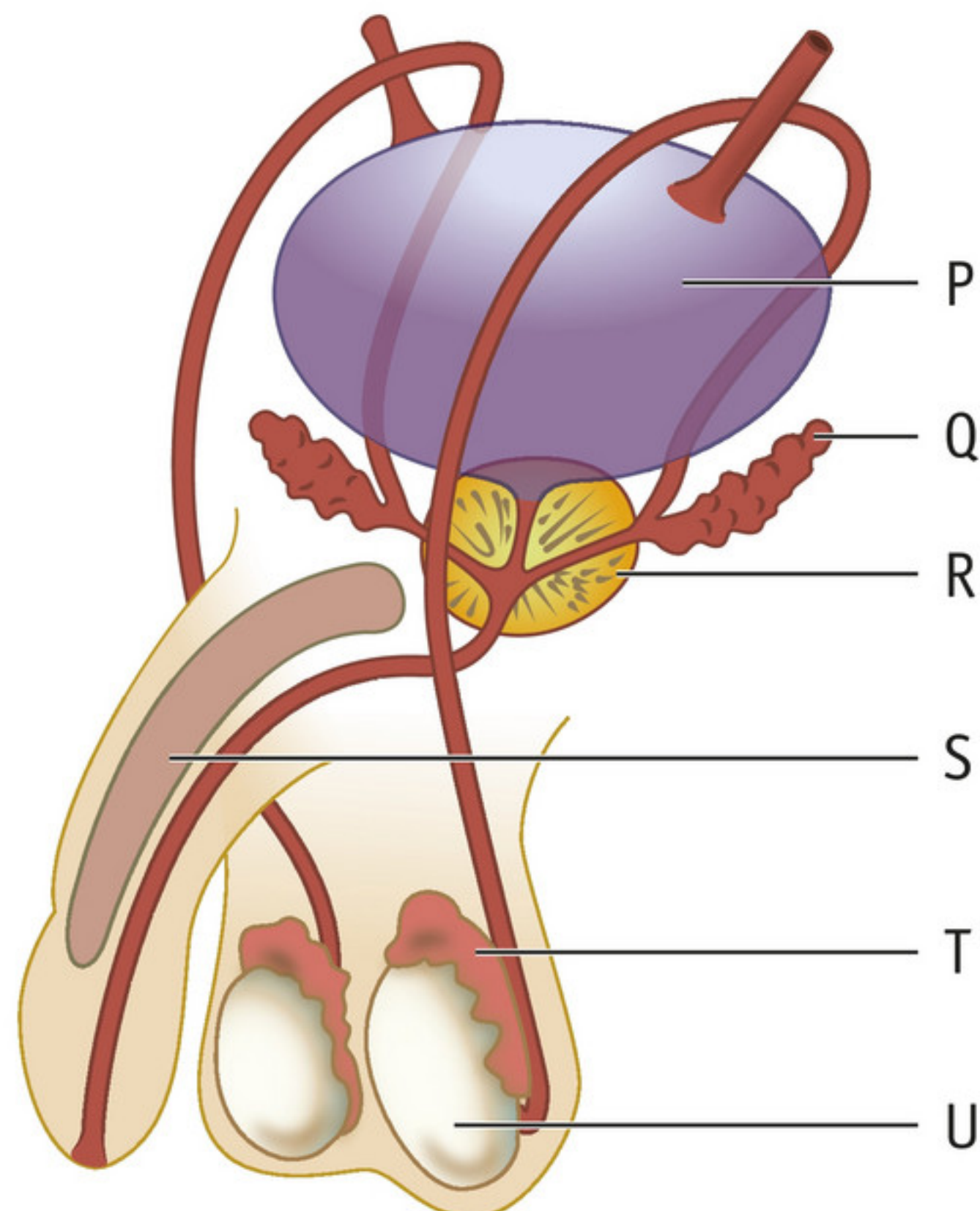
Bron: examen vmbo-k 2012-1, vraag 31.

In afbeelding 92 wordt onder andere het voortplantingsstelsel van de man weergegeven.

Een aantal organen is met een letter aangegeven.

- 2p 4 Welke letter geeft een bijbal aan? En welke letter geeft de prostaat aan?

▼ Afb. 92



DE VRUCHTBAARHEID VAN MANNEN

naar: examen vmbo-k 2015-2, vraag 34 tot en met 36.

De vruchtbaarheid van een man hangt onder andere af van de kwaliteit van zijn sperma. Daarbij speelt het aantal zaadcellen per milliliter sperma een rol. Het sperma dat bij een zaadlozing vrijkomt, bevat gemiddeld 140 miljoen zaadcellen. Per milliliter sperma zijn dat er gemiddeld 35 miljoen.

- 1p 5 Hoeveel milliliter sperma komt er gemiddeld vrij bij een zaadlozing volgens deze gegevens?

Ook de beweeglijkheid van de zaadcellen is belangrijk voor de vruchtbaarheid. Zaadcellen moeten een grote afstand afleggen voordat ze een eikel kunnen bevruchten.

- 1p 6 Waar in het voortplantingsstelsel van een vrouw vindt bevruchting plaats?
- A In de baarmoeder.
 - B In de vagina.
 - C In een eierstok.
 - D In een eileider.

Sperma bestaat uit zaadcellen en zaadvocht. Deze delen van het sperma worden in verschillende organen van het voortplantingsstelsel gemaakt. In afbeelding 92 zie je enkele organen van een man.

- 3p 7 Welke twee letters geven organen aan die zaadvocht maken? En welke letter geeft een orgaan aan waarin zaadcellen worden gemaakt? Schrijf je antwoord zó op:
Zaadvocht: letters ... en ...
Zaadcellen: letter ...

Plusvraag

SYNDROOM VAN DOWN

naar: examen vmbo-gt 2015-1, vraag 27 en 28.

Bij iemand met het syndroom van Down komt chromosoom 21 in de gewone lichaamcellen driemaal voor in plaats van tweemaal.

Het extra chromosoom 21 is afkomstig uit een geslachtscel van één van de ouders. Er is dan iets fout gegaan bij de celdeling waarbij deze cel ontstond.

- 1p 8 Hoe heet het type celdeling waarbij geslachtscellen van een mens worden gemaakt?

Op chromosoom 21 liggen verschillende genen (eigenschappen).

- 1p 9 Hoe vaak komt één zo'n gen voor in een spiercel van iemand met het syndroom van Down?
- A 1 keer.
 - B 2 keer.
 - C 3 keer.
 - D 23 keer.
 - E 46 keer.
 - F 47 keer.

3

Erfelijkheid en evolutie



BASISSTOF

1	Genotype en fenotype	102
2	Geslachtschromosomen	105
3	Genenparen	107
4	Kruisingen	110
5	Stambomen	113
6	Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting	115
7	Mutaties	118
8	Erfelijkheidsonderzoek	120
9	Biotechnologie	123
10	De evolutietheorie	126
11	Argumenten voor evolutie	130

SAMENVATTING

134

DIAGNOSTISCHE TOETS

139

VERRIJKINGSSTOF

1	Kleur bij katten	151
2	Erfelijkheid in je familie	152
3	Ontwikkeling van het leven op aarde	153

EXAMENTRAINER

156



Dit thema gaat over erfelijkheid en evolutie. Je weet al dat chromosomen in de celkern van elke cel zitten. De chromosomen bevatten de informatie voor alle erfelijke eigenschappen. Je leert hoe ouders die erfelijke eigenschappen overdragen op hun kinderen. Daarna leer je hoe je erfelijkheidsvraagstukken kunt oplossen, zoals de kans om een erfelijke ziekte te krijgen. Ook leer je hoe erfelijke afwijkingen al voor de geboorte kunnen worden opgespoord. Erfelijke eigenschappen kunnen veranderen. Dat kan gevolgen hebben voor de nakomelingen, en ook voor vele generaties daarna. De veranderingen die over hele lange tijd in soorten organismen plaatsvinden, noemen we evolutie. Je leert hoe evolutie tot stand komt en welke argumenten er zijn voor de evolutietheorie.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Genotype en fenotype

▼ **Afb. 1** Een eeneiige tweeling.

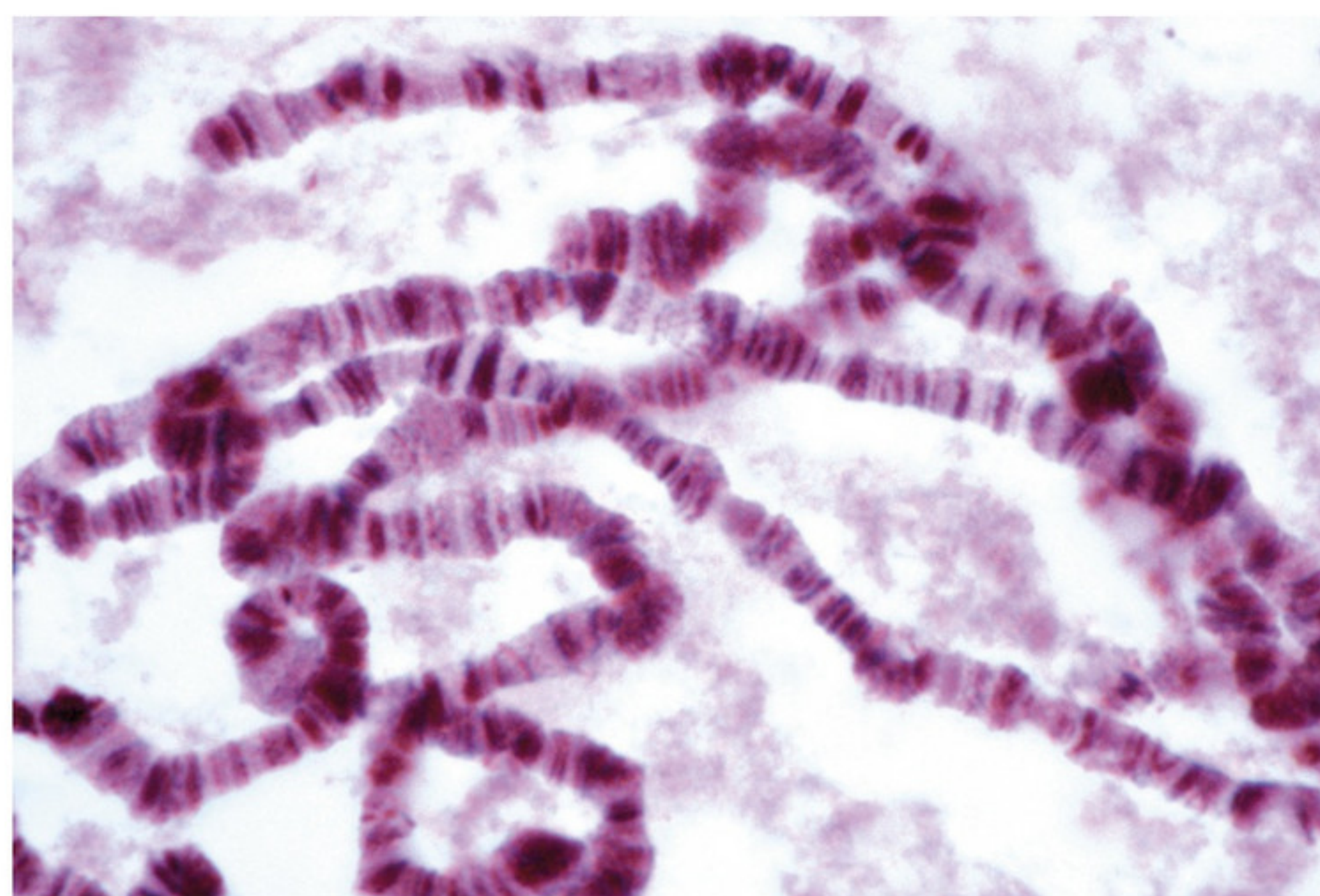


‘Wat lijkt jij veel op je vader.’ ‘Je bent precies je moeder.’ Zulke opmerkingen heb je vast wel eens gehoord van familie of vrienden. Als een eigenschap opvalt bij andere mensen, gaat het meestal om het uiterlijk. Bijvoorbeeld de kleur van je ogen, je haarkleur of de kleur van je huid. Het uiterlijk van een organisme noemen we het **fenotype** van dat organisme. Daarbij gaat het om alle zichtbare eigenschappen. In afbeelding 1 zie je de overeenkomsten en verschillen in het fenotype bij een eeneiige tweeling.

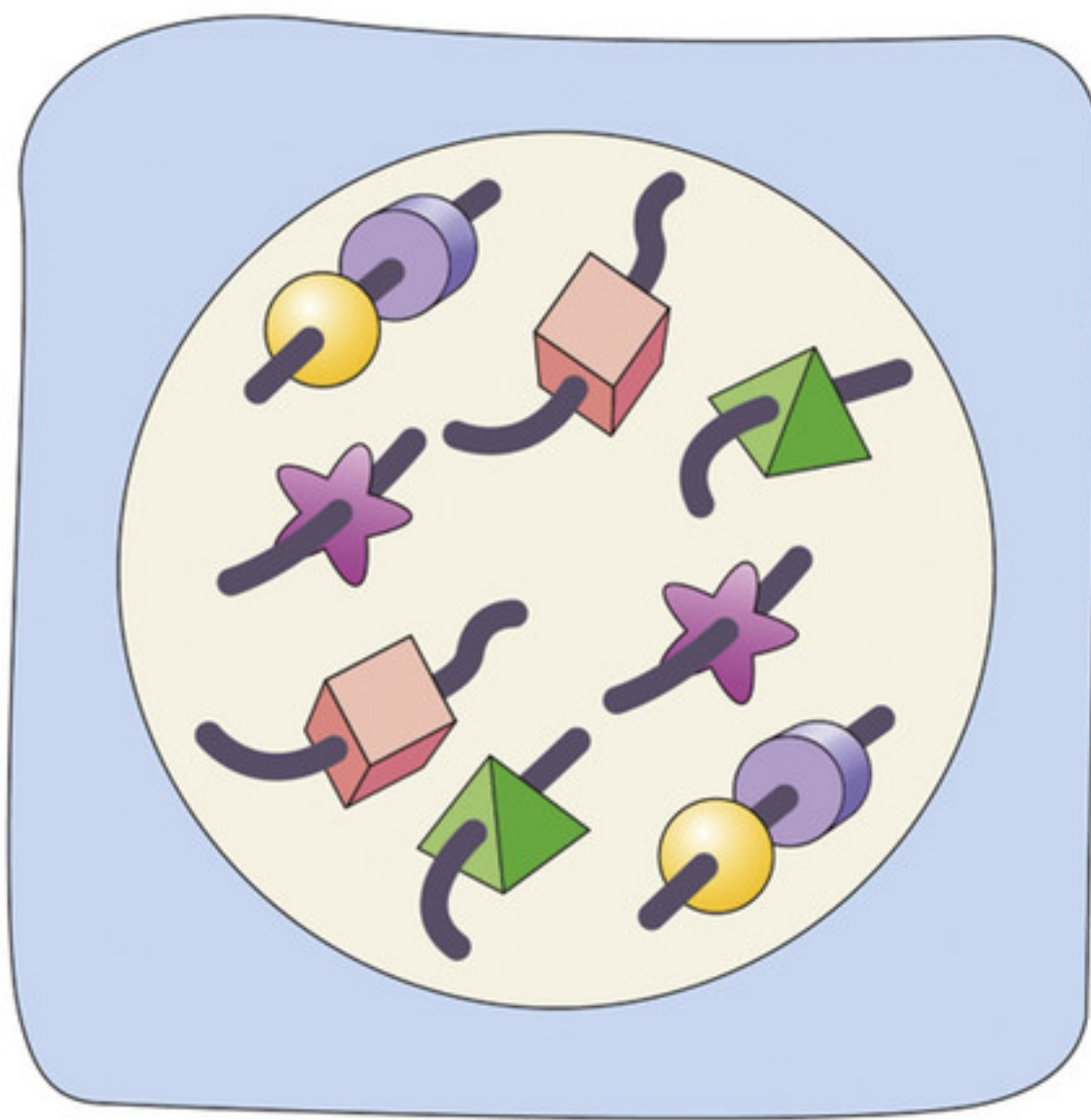
CHROMOSOMEN EN GENEN

Je lichaam bestaat uit heel veel cellen. In elke cel komt een celkern voor. De celkern van elke lichaamscel bevat 46 chromosomen. Die chromosomen bevatten de informatie voor alle erfelijke eigenschappen. Een **gen** is een stukje chromosoom met informatie voor één erfelijke eigenschap, bijvoorbeeld haarkleur. Elk chromosoom bevat een groot aantal genen. Met een speciale microscoop kun je genen als banden of strepen op een chromosoom zien (zie afbeelding 2).

► **Afb. 2** Chromosoom (microscopische foto).

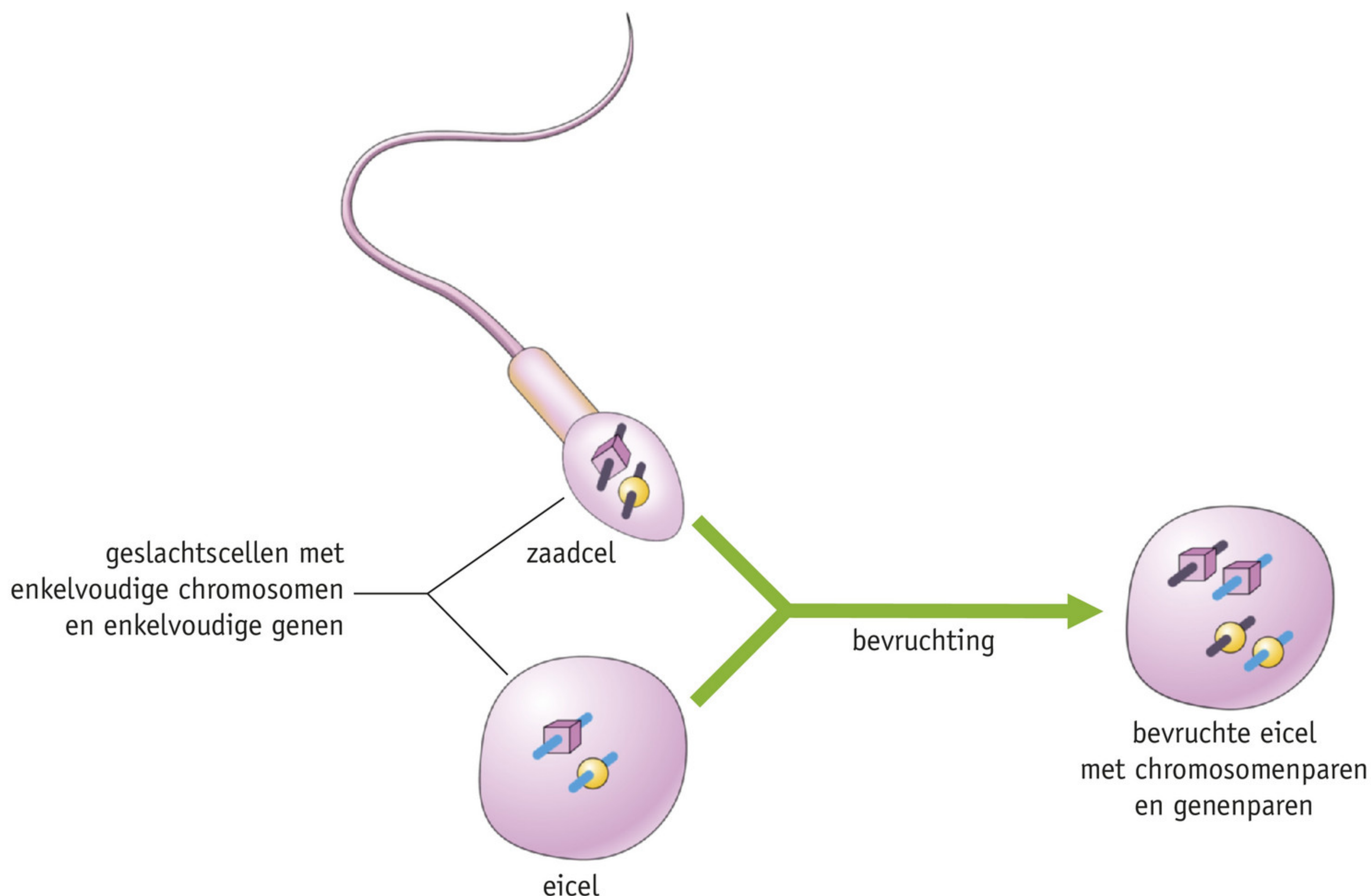


▼ **Afb. 3** Lichaamscel met chromosomen en genen (schematisch).



● ● ■ ▲ ★ = genen

▼ **Afb. 4** Bij de bevruchting vormen enkelvoudige genen weer genenparen.



Chromosomen en genen bestaan uit de stof DNA. In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor. De chromosomen van een paar bevatten genen voor dezelfde erfelijke eigenschappen (zie afbeelding 3). De genen komen dus ook in paren voor. Eén genenpaar bevat de informatie voor één erfelijke eigenschap. De informatie voor alle erfelijke eigenschappen noemen we het **genotype** van een organisme.

HOE ONTSTAAT HET GENOTYPE?

Het genotype ontstaat op het moment dat een zaadcel een eicel bevrucht. Eicellen en zaadcellen zijn geslachtscellen. Ze zijn door reductiedeling (meiose) ontstaan. Geslachtscellen bevatten daardoor van elk chromosomenpaar maar één chromosoom. Dat betekent dat in geslachtscellen ook geen genenparen voorkomen. Elk gen is maar één keer aanwezig. Geslachtscellen bevatten dus enkelvoudige chromosomen en enkelvoudige genen.

Bij de bevruchting komen de enkelvoudige chromosomen van een zaadcel en de enkelvoudige chromosomen van een eicel bij elkaar. De bevruchte eicel bevat weer chromosomenparen. Daardoor bevat de bevruchte eicel ook weer genenparen (zie afbeelding 4). Deze genenparen zijn het genotype van het nieuwe organisme.

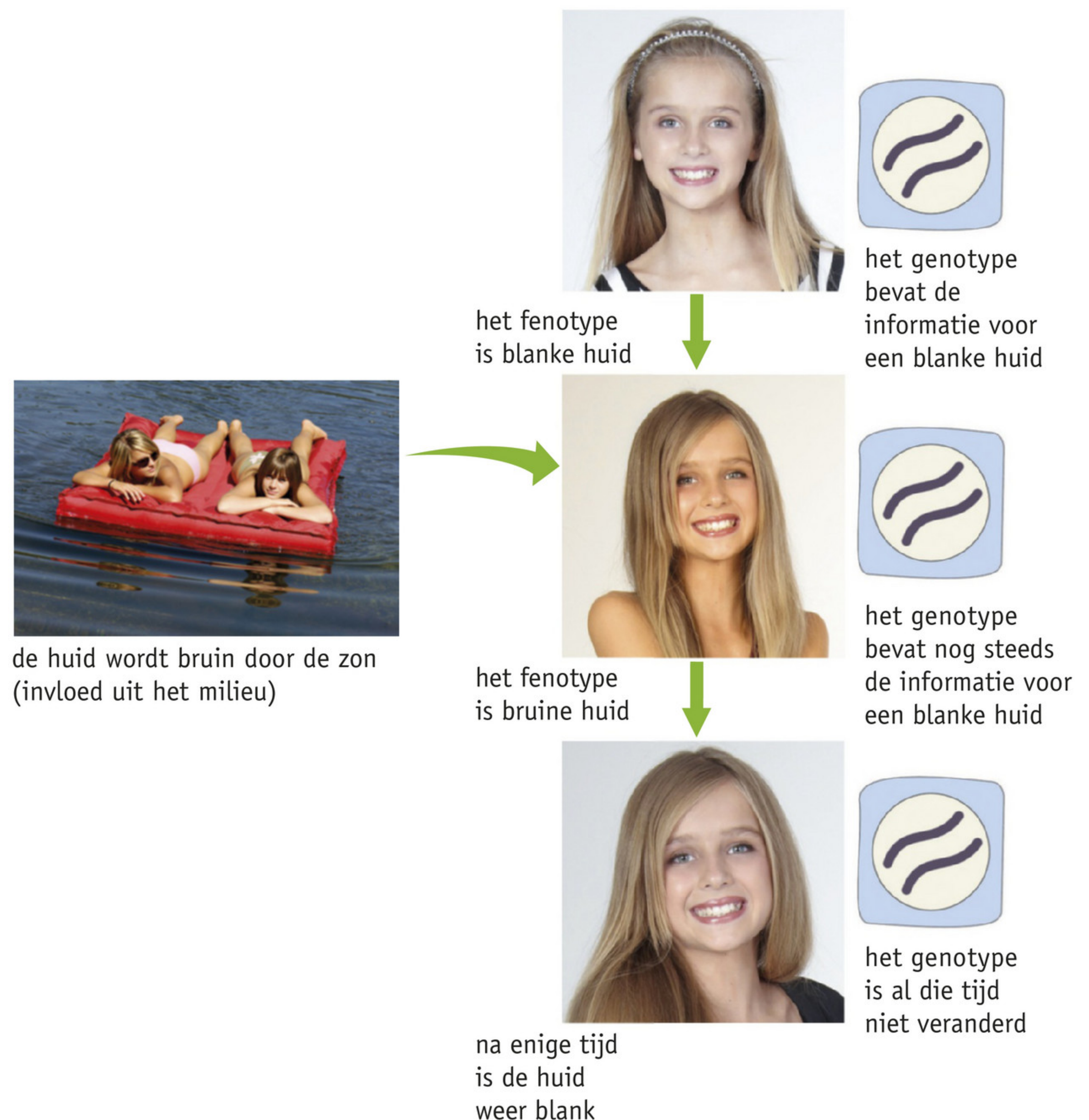
De bevruchte eicel groeit door middel van gewone celdelingen (mitose) uit tot een nieuw organisme. Bij gewone celdeling zijn de chromosomen in een dochtercel precies hetzelfde als de chromosomen in de moedercel. Het genotype van lichaamscellen verandert bij een gewone celdeling niet. Bij een normale ontwikkeling verandert het genotype van lichaamscellen dus niet meer vanaf de bevruchting. Jouw genotype blijft dus je hele leven lang hetzelfde.

HOE ONTSTAAT HET FENOTYPE?

Het genotype bepaalt veel eigenschappen. Doordat iedereen een ander genotype heeft, zien mensen er heel verschillend uit. Als je eigen haarkleur bijvoorbeeld zwart is, komt dat door je genotype. Het genotype bepaalt niet al je eigenschappen. Je kunt je haar laten verven. De kleur van je haar verandert dan, maar in je chromosomen blijft de informatie aanwezig voor zwart haar. Het haar dat nieuw aangroeit, is weer zwart. Je houdt dus de erfelijke eigenschap voor zwart haar. Deze eigenschap kun je doorgeven aan je nakomelingen. Het maakt dan niet uit of je haar is geverfd of niet. Misschien heb je een blanke huid. In de zomer kan je huid bruin worden door de zon. Je fenotype verandert dan, maar je genotype niet. In je chromosomen houd je de erfelijke eigenschap voor een blanke huid (zie afbeelding 5). Uit deze voorbeelden blijkt dat het genotype maar voor een deel het fenotype bepaalt. Het fenotype kan door allerlei oorzaken veranderen, zonder dat het genotype verandert. De oorzaken van deze veranderingen noemen we 'invloeden uit het milieu'. Het fenotype van een organisme komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.

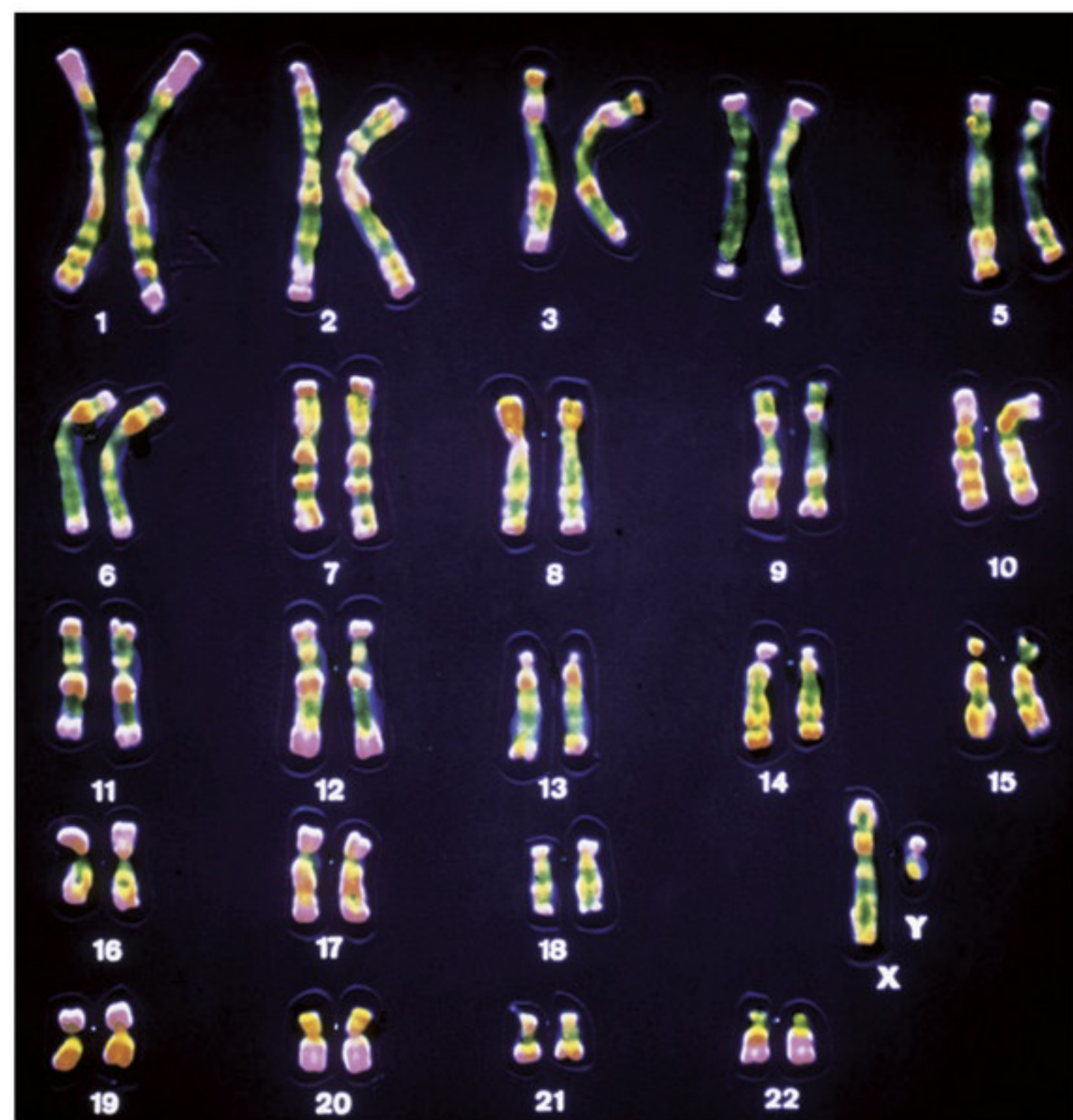
WB OPDRACHT 5 T/M 11 BLZ. 99

▼ **Afb. 5** Genotype en invloeden uit de omgeving bepalen het fenotype.



2 Geslachtschromosomen

▼ **Afb. 6** Chromosomen van een man en een vrouw.



1 man



2 vrouw

Je ouders hebben erfelijke eigenschappen aan jou doorgegeven. Dat is gebeurd via de chromosomen in de geslachtscellen. Door de chromosomen is ook bepaald dat jij een jongen of een meisje bent. De chromosomen die je geslacht bepalen, noem je geslachtschromosomen.

GESLACHTSCHROMOSOMEN IN LICHAAMSCELLEN

Op de foto in afbeelding 6.1 zie je de 46 chromosomen in een lichaamscel van een man. Ze zijn in paren gerangschikt. Je ziet dat 22 chromosomenparen zijn gevormd. De overgebleven twee chromosomen (rechtsonder) zijn bij een man niet aan elkaar gelijk. Het grootste van deze twee chromosomen noemen we het **X-chromosoom**. Het kleinste van de twee is het **Y-chromosoom**. Het X-chromosoom bevat meer DNA dan het Y-chromosoom.

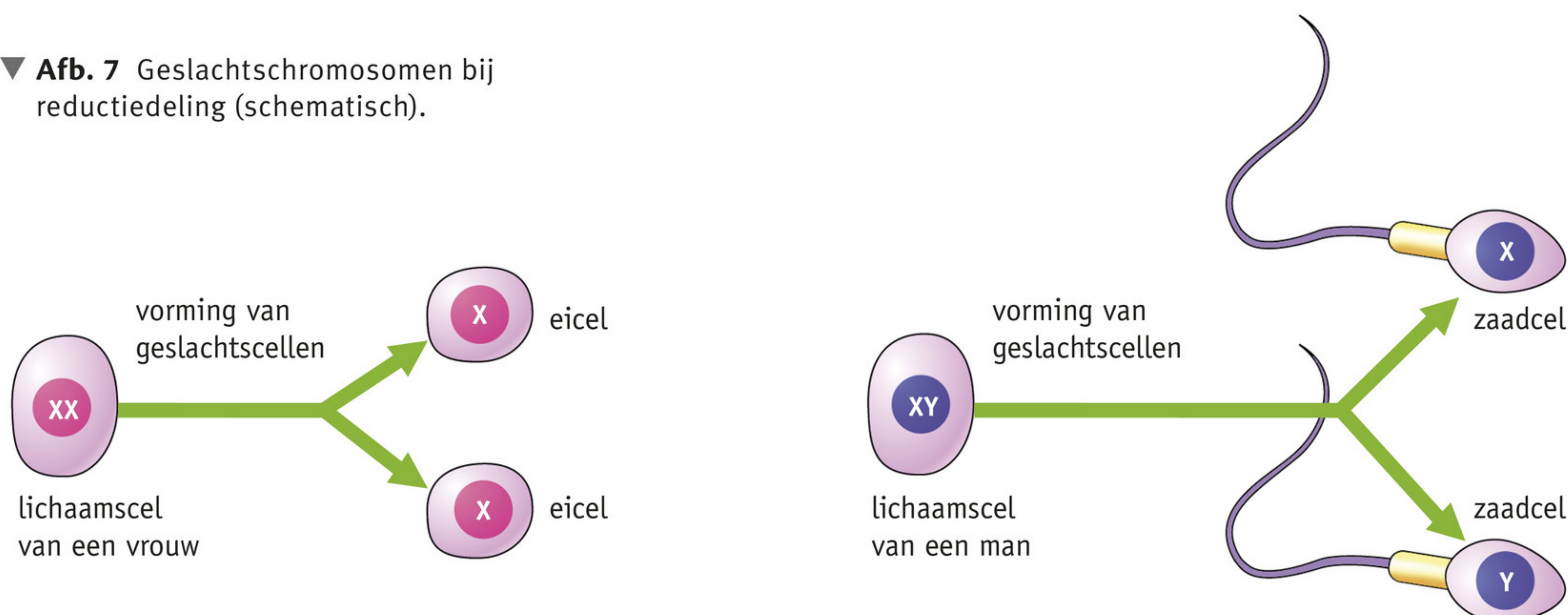
Bij vrouwen zijn de chromosomen van het 23e chromosomenpaar wel aan elkaar gelijk (zie afbeelding 6.2). Dit chromosomenpaar bestaat uit twee X-chromosomen. Het 23e chromosomenpaar is dus bij mannen en vrouwen verschillend. Dit chromosomenpaar bepaalt of iemand een man of een vrouw is. Ook beïnvloeden deze chromosomen de gehalten aan mannelijke en vrouwelijke geslachtshormonen in het bloed. Daarom worden de chromosomen van dit paar de **geslachtschromosomen** genoemd. Ook voor de meeste andere zoogdieren geldt dat één paar geslachtschromosomen het geslacht van het dier bepaalt.

GESLACHTSCHROMOSOMEN IN GESLACHTSCELLEN

Lichaamscellen ontstaan door gewone celdeling (mitose). Geslachtscellen ontstaan door reductiedeling (meiose). Bij de reductiedeling komt van elk chromosomenpaar één chromosoom terecht in de geslachtscel. Ook bij het paar geslachtschromosomen is dit het geval. Een geslachtscel bevat dus één geslachtschromosoom.

In afbeelding 7 is de vorming van geslachtscellen schematisch getekend. Na reductiedeling bij een vrouw (XX) bevat een eicel altijd één X-chromosoom. Na reductiedeling bij een man (XY) kan een zaadcel een X-chromosoom of een Y-chromosoom bevatten.

▼ **Afb. 7** Geslachtschromosomen bij reductiedeling (schematisch).

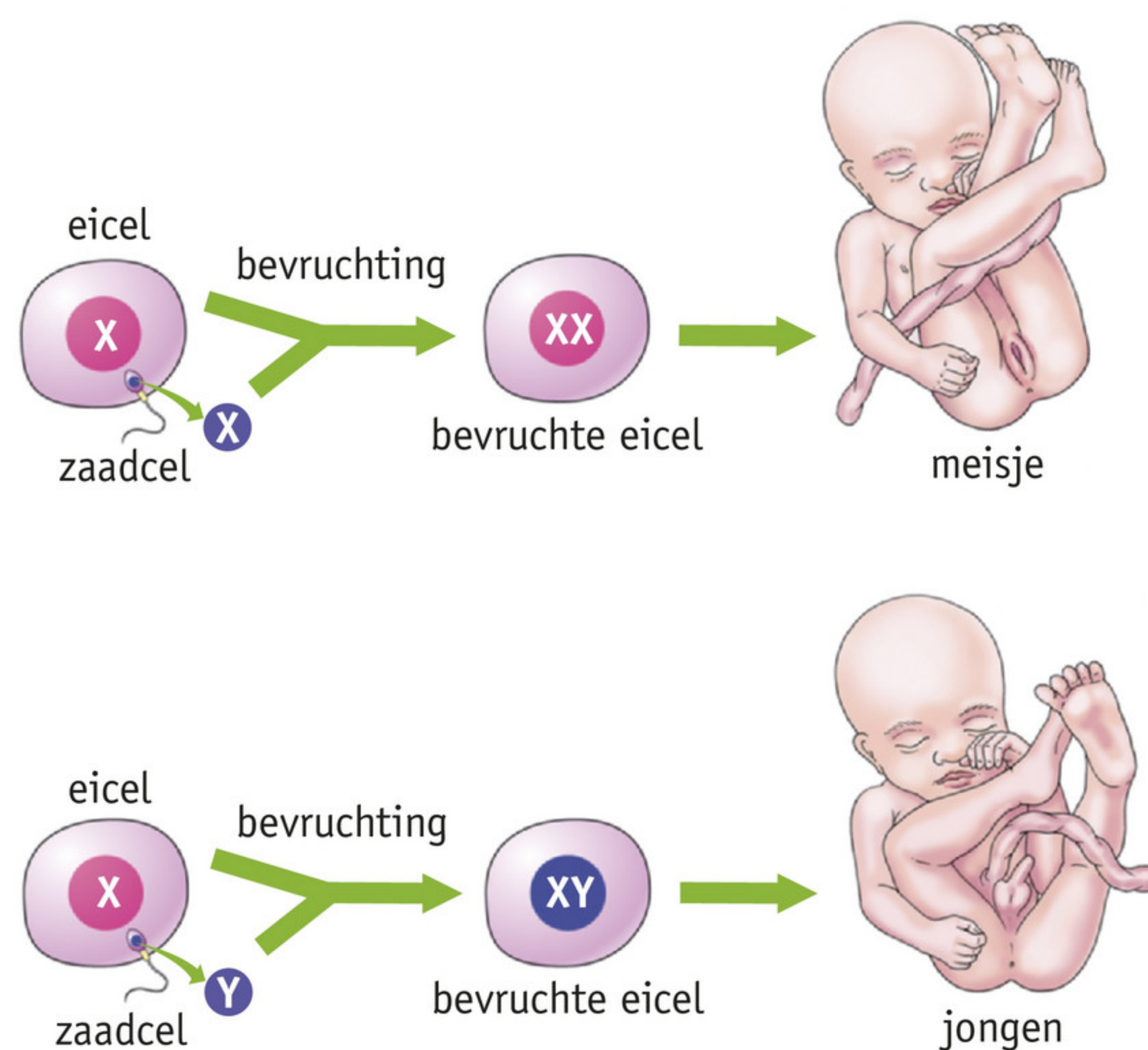


GESLACHTSCHROMOSOMEN BIJ DE BEVRUCHTING

Bij bevruchting versmelt de kern van een eikel met de kern van een zaadcel (zie afbeelding 8). De kern van een eikel bevat een X-chromosoom. Stel dat de kern van de zaadcel ook een X-chromosoom bevat. Dan ontstaat een bevruchte eikel met twee X-chromosomen in de kern van de cel. Hieruit ontwikkelt zich een meisje (XX). Stel dat de kern van de zaadcel een Y-chromosoom bevat. Dan ontstaat een bevruchte eikel met een X-chromosoom en een Y-chromosoom in de kern. Hieruit ontwikkelt zich een jongetje (XY). In de context 'Sterke meisjes, snelle jongens' in afbeelding 9 lees je dat zaadcellen met een X-chromosoom en zaadcellen met een Y-chromosoom elk hun eigen strategie hebben om een eikel te bevruchten.

WB OPDRACHT 12 T/M 17 BLZ. 103

► **Afb. 8** Geslachtschromosomen bij de bevruchting (schematisch).



▼ **Afb. 9**

Sterke meisjes, snelle jongens

Al vóór de bevruchting verschillen jongens en meisjes van elkaar. Na de zaadlozing racen de zaadcellen naar de eikel om deze te bevruchten. Alleen de snelste zaadcel wint en kan de eikel bevruchten.

In deze race lijken de toekomstige meisjes in het nadeel. De zaadcellen met een X-chromosoom moeten het zware X-chromosoom meenemen. De zaadcellen met een veel lichter Y-chromosoom zijn daardoor sneller. Zij kunnen de eikel sneller bereiken en lijken in het voordeel.

Maar ook de zaadcellen met een X-chromosoom hebben

een voordeel. Gemiddeld kunnen zaadcellen twee tot drie dagen overleven in het lichaam van de vrouw. De zaadcellen met een Y-chromosoom zijn het zwakst en sterven het eerst. De zaadcellen met een X-chromosoom blijven langer in leven en hebben zo meer tijd om de eikel te vinden. Want soms heeft de eisprong nog niet plaatsgevonden. Het kan dan wel één of enkele dagen duren voordat een zaadcel de eikel kan bereiken. Zo heeft de bevruchte eikel ongeveer evenveel kans om een meisje of een jongen te worden.

3 Genenparen

De kleur van je ogen, de vorm van je haar: veel eigenschappen zijn erfelijk. Zo hebben sommige mensen steil haar en anderen krullen. Elk mens heeft in elke lichaamscel een **genenpaar** dat informatie bevat voor de haarvorm. Er zijn genen met informatie voor steil haar en genen met informatie voor krullend haar.

HOMOZYGOOT EN HETEROZYGOOT

Of je haar steil is of krult, hangt af van de genen die je voor haarvorm hebt. Als je steil haar hebt, zijn je genen voor haarvorm gelijk aan elkaar (zie afbeelding 10). Je bent dan **homozygoot** voor de eigenschap steil haar. Met homozygoot wordt bedoeld dat twee genen van een genenpaar hetzelfde zijn. Het woord 'homo' betekent namelijk 'gelijk'.

Je genenpaar voor de haarvorm kan ook bestaan uit twee genen voor krullend haar. Dan ben je homozygoot voor de eigenschap krullend haar (zie afbeelding 11).

Ook kan een genenpaar voor de haarvorm bestaan uit één gen voor steil haar en één gen voor krullend haar. De twee genen voor de haarvorm zijn dan ongelijk (zie afbeelding 12). Als dat zo is, dan ben je **heterozygoot** voor de haarvorm. Hetero betekent 'ongelijk'.

▼ **Afb. 10** Persoon die homozygoot is voor steil haar.



▼ **Afb. 11** Persoon die homozygoot is voor krullend haar.



▼ **Afb. 12** Persoon die heterozygoot is voor de haarvorm.



DOMINANTE EN RECESSIEVE GENEN

Personen die heterozygoot zijn voor de haarvorm hebben het gen voor steil haar en het gen voor krullend haar. In afbeelding 12 zie je iemand die heterozygoot is voor de haarvorm. Hij heeft krullend haar. Het gen voor krullend haar is als het ware 'sterker' dan het gen voor steil haar. Het gen voor krullend haar noem je een dominant gen. Een **dominant gen** komt altijd tot uiting in het fenotype. Het gen voor steil haar is een recessief gen. Een **recessief gen** zie je alleen terug in het fenotype als er geen dominant gen aanwezig is (zie afbeelding 13).

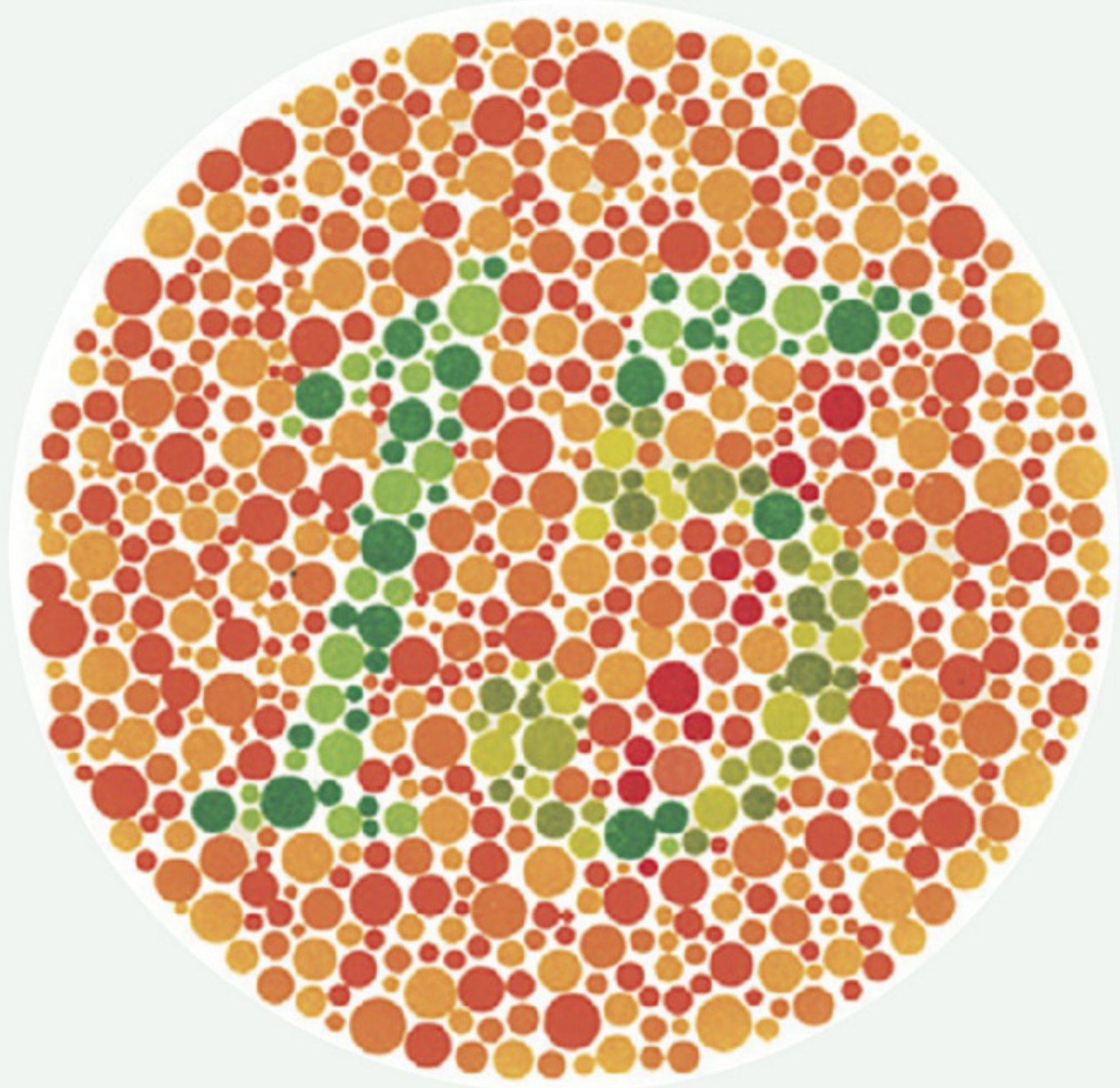
▼ Afb. 13

Doe de kleurentest!

Zie jij in de foto geen cijfer 15 staan? Dan kun je rood en groen moeilijk onderscheiden. Waarschijnlijk ben je een jongen. De kans dat je een meisje bent én rood-groen-kleurenblind, is heel klein.

Het gen dat bepaalt of je rood-groen-kleurenblind bent, ligt op het X-chromosoom. Als je een dominant gen hebt, kun je rood en groen goed onderscheiden. Als je alleen recessieve genen hebt, kun je rood en groen niet goed onderscheiden. Meisjes hebben twee X-chromosomen. Als het recessieve gen op één chromosoom voorkomt, zorgt het dominante gen op het andere chromosoom ervoor dat er niets aan de hand is.

Jongens hebben maar één X-chromosoom. Als daar het recessieve gen op voorkomt, zien zij het cijfer 15 niet staan.



▼ Afb. 14 Erwtenplanten.



1 homozygoot voor rode bloemkleur of heterozygoot



2 homozygoot voor witte bloemkleur

Voor de meeste erfelijke eigenschappen zijn er twee verschillende genen. Het varieert per soort organisme welk gen dominant is en welk gen recessief is. Bij erwtenplanten bijvoorbeeld is het gen voor rode bloemkleur dominant over het gen voor witte bloemkleur (zie afbeelding 14). Een erwtenplant die heterozygoot is voor de bloemkleur, heeft rode bloemen.

FENOTYPE EN GENOTYPE

Het gen voor steil haar is recessief. Je kunt alleen maar steil haar hebben als je twee gelijke recessieve genen hebt voor de haarvorm. Je hebt dan dus in je genotype geen dominant gen dat voor krullend haar zorgt. Als een recessief gen je uiterlijk bepaalt, weet je zeker dat je homozygoot bent voor die eigenschap. Bij personen met steil haar kan dus slechts één genotype voorkomen.

Het gen voor krullend haar is dominant. Mensen met krullend haar hebben één of twee genen die voor krullend haar zorgen. Er zijn twee genotypen mogelijk. Ze kunnen homozygoot of heterozygoot zijn voor de haarvorm. Als een dominant gen het uiterlijk bepaalt, is het organisme homozygoot óf heterozygoot voor die eigenschap.

SYMBOLEN VOOR GENEN

Bij de foto's van afbeelding 10, 11 en 12 is steeds een lichaamscel schematisch getekend. In die cellen zijn de genen met figuurtjes aangegeven. Maar meestal geven we de genen met letters aan. Die letters staan in afbeelding 10, 11 en 12 bij de chromosomen. Voor één erfelijke eigenschap gebruiken we één letter. Een dominant gen geven we aan met een hoofdletter. Voor een recessief gen gebruiken we een kleine letter.

Bijvoorbeeld: een persoon die homozygoot is voor krullend haar krijgt de letters AA. We gebruiken hoofdletters, want het gen voor krullend haar is dominant. Een persoon die homozygoot is voor steil haar krijgt de letters aa.

Hier gebruiken we kleine letters, omdat het gen voor steil haar recessief is. Een persoon die heterozygoot is voor de haarvorm heeft een dominant gen en een recessief gen. Dan gebruiken we een hoofdletter en een kleine letter, dus Aa.

We kunnen ook een andere letter gebruiken, bijvoorbeeld BB, bb en Bb. Het beste is steeds letters te gebruiken waarvan de hoofdletter en de kleine letter duidelijk van elkaar verschillen. We gebruiken bijvoorbeeld niet de P en de p, maar wel de R en de r.

▼ **Afb. 15** Leeuwenbekjes.



1 homozygoot voor rode bloemen

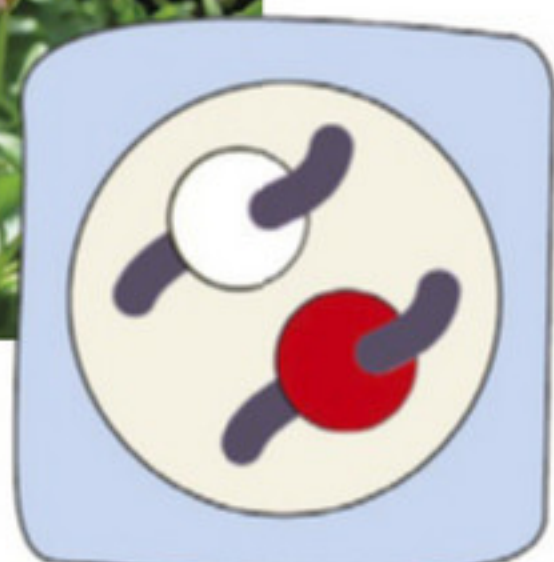


2 homozygoot voor witte bloemen



3 heterozygoot voor de bloemkleur

▼ **Afb. 16** Bij een leeuwenbekje is geen van beide genen voor de bloemkleur dominant.



1

2 $A_r A_w$

INTERMEDIAR FENOTYPE

Bij sommige erfelijke eigenschappen is het onderscheid tussen een dominante en een recessieve eigenschap niet zo duidelijk. Leeuwenbekjes zijn plantjes met genen voor rode bloemkleur en voor witte bloemkleur. Geen van beide genen voor bloemkleur is recessief. Een leeuwenbekje dat heterozygoot is voor bloemkleur krijgt geen rode of witte bloemen. De bloemen zijn in dat geval roze (zie afbeelding 15). Het fenotype zit er als het ware tussenin. Zo'n fenotype noemen we **intermediair**. De beide genen voor de bloemkleur zijn bij deze planten 'even sterk' (zie afbeelding 16). Als twee genen van een genenpaar even sterk zijn, gebruik je een andere schrijfwijze dan bij een dominant en een recessief gen. De kleur van een rood leeuwenbekje wordt bijvoorbeeld aangegeven met $A_r A_r$. De kleur van een wit leeuwenbekje kun je schrijven als $A_w A_w$. Het genenpaar van een roze leeuwenbekje wordt dan $A_r A_w$.

WB OPDRACHT 18 T/M 30 BLZ. 107

4 Kruisingen

▼ **Afb. 17** Angorakonijn, gefokt op de eigenschap 'vacht met lange haren'.



Fokkers houden zich bezig met de voortplanting van dieren. Daarbij letten ze goed op de erfelijke eigenschappen van de ouders. Zo proberen ze nakomelingen te fokken met een bepaalde vachtkleur, een bepaalde grootte of een ander kenmerk (zie afbeelding 17). Dat doen fokkers door dieren met elkaar te **kruisen**. Hierbij planten twee organismen die in een of meer eigenschappen van elkaar verschillen, zich geslachtelijk voort.

In deze basisstof kijken we naar kruisingen waarbij wordt gelet op één erfelijke eigenschap. Bij zo'n kruising is slechts één genenpaar betrokken. Bij een kruising geven we de ouders aan met de letter P. De P komt van het Latijnse woord voor ouders: *parentes*. De nakomelingen geven we aan met F_1 . De F komt van het Latijnse woord *fili*, dat kinderen betekent. Bij veel kruisingen planten de individuen in de F_1 zich ook weer voort. Hieruit ontstaat een tweede generatie nakomelingen. Die geven we aan met F_2 .

EEN KRUISING

Een voorbeeld van een kruising is die tussen twee labradors (zie afbeelding 18). Bij labradors is het gen voor een zwarte vacht (A) dominant over het gen voor een gele vacht (a). Een zwartharig vrouwtje dat homozygoot is voor de vachtkleur, paart een aantal keren met een geelharig mannetje. De dieren in de F_1 planten zich ook weer voort.

Bij deze kruising wil je weten welke vachtkleur de labradors in de F_2 kunnen hebben. Ook wil je weten hoe groot de kans in de F_2 is op elke vachtkleur. Om dit te weten te komen, ga je te werk volgens de stappen die hierna zijn beschreven.

Stap 1 (P): bedenk wat de fenotypen en genotypen van de ouders zijn.

Het vrouwtje is homozygoot zwartharig. Het gen voor zwarte vachtkleur is dominant, dus is het genotype van het vrouwtje AA.

Het mannetje is geelharig. Het gen voor gele vachtkleur is recessief. Het genotype van het mannetje is dus aa.

De kruising is dan: AA × aa.

Stap 2 (geslachtscellen): bedenk welke genen in de geslachtscellen van beide ouders kunnen voorkomen.

Geslachtscellen ontstaan door reductiedeling. In geslachtscellen komen genen enkelvoudig voor.

Het genotype van het vrouwtje is AA. Elke eicel die het vrouwtje produceert, bevat het gen A.

Het genotype van het mannetje is aa. Elke zaadcel die het mannetje produceert, bevat het gen a.

▼ **Afb. 18** Zwartharige labrador × geelharige labrador.



Stap 3 (F₁): stel vast welk genotype en fenotype de nakomelingen kunnen hebben.

Bij bevruchting versmelt de kern van een eikel (met gen A) met de kern van een zaadcel (met gen a). Het genotype van de bevruchte eikel is in dit geval altijd Aa. De nakomeling die zich uit deze bevruchte eikel ontwikkelt, heeft altijd een zwarte vacht.

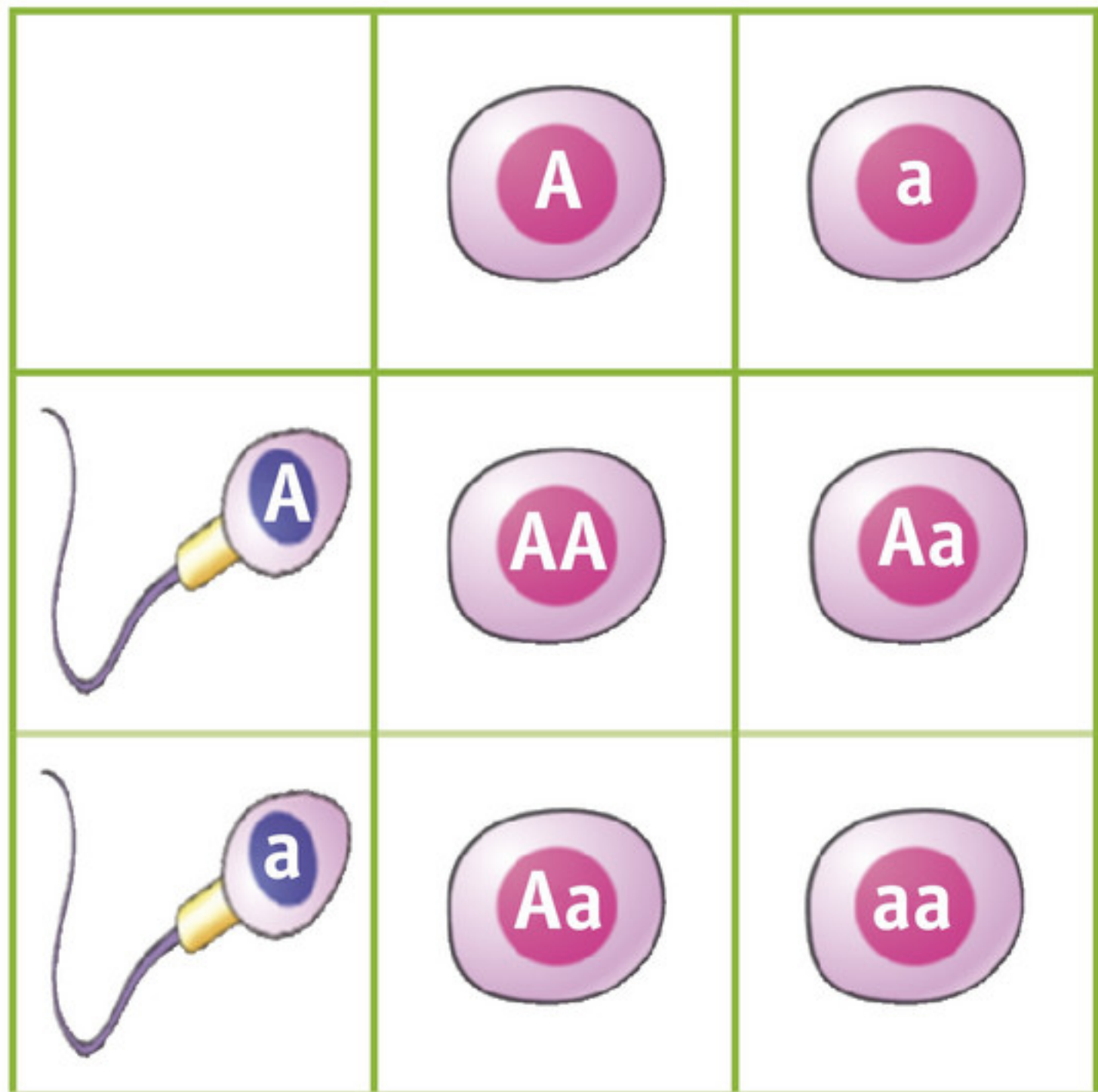
Andere mogelijkheden zijn er bij deze kruising niet.

Stap 4: stel vast welk genotype en fenotype de dieren in de F₂ kunnen hebben. De dieren in de F₁ planten zich voort. Bij bevruchting weet je niet welke eikel door welke zaadcel wordt bevrucht. Er zijn vier mogelijkheden (zie afbeelding 19):

- Een eikel met het gen A wordt bevrucht door een zaadcel met het gen A.
- Een eikel met het gen A wordt bevrucht door een zaadcel met het gen a.
- Een eikel met het gen a wordt bevrucht door een zaadcel met het gen A.
- Een eikel met het gen a wordt bevrucht door een zaadcel met het gen a.

Om dit overzichtelijk op te schrijven, gebruik je een kruisingsschema. De genen in de eicellen zet je boven in het schema. De genen in de zaadcellen zet je links in het schema.

▼ Afb. 19 Mogelijkheden van bevruchting.



	Gen in eikel	
Gen in zaadcel	genenpaar in bevruchte eikel	genenpaar in bevruchte eikel
Gen in zaadcel	genenpaar in bevruchte eikel	genenpaar in bevruchte eikel

Als je dit schema met de gevonden gegevens invult, krijg je het volgende schemaatje:

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Je ziet dat er vier mogelijkheden zijn voor bevruchting van een eikel. De kans dat een dier uit de F₂ het genotype Aa heeft, is 1/2 of 50%. De kans op het genotype AA is 1/4 of 25%. De kans op het genotype aa is ook 1/4 of 25%. De kans op een labrador met een zwarte vacht is 3/4 of 75%. Dat zijn de honden met genotype AA en Aa. De kans op een labrador met een gele vacht (aa) is 1/4 of 25%.

Het complete kruisingsschema wordt nu:

P	AA	×	aa
geslachtscellen	A		a
F ₁	Aa		
	Aa	×	Aa
geslachtscellen	A of a		A of a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

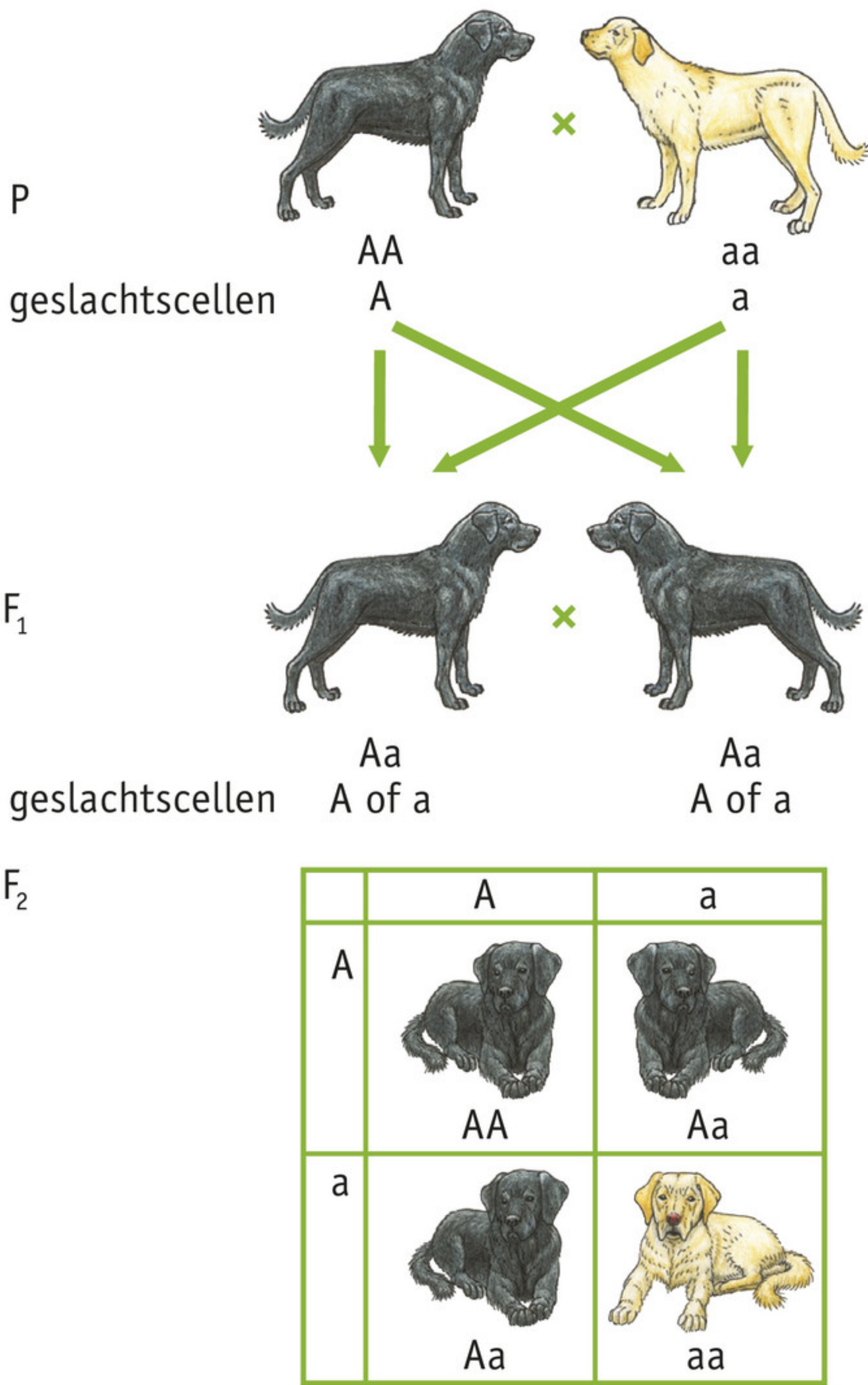
In afbeelding 20 is deze kruising schematisch weergegeven door middel van tekeningen.

VERHOUDINGEN

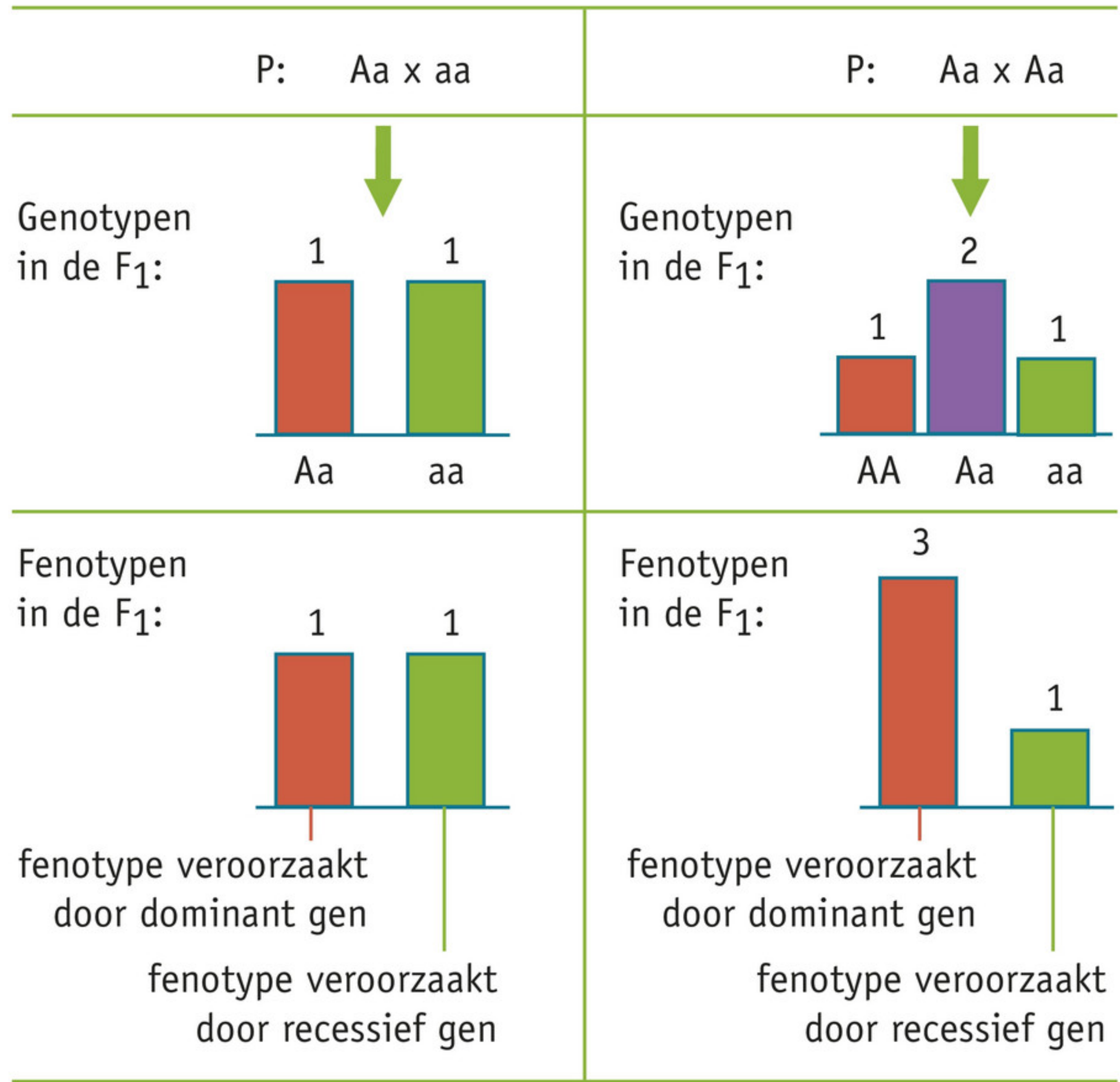
Je hebt gezien dat bij een kruising nakomelingen kunnen ontstaan met verschillende genotypen en fenotypen. Als beide ouders heterozygoot zijn voor een bepaalde eigenschap, dan kunnen in de F_1 drie verschillende genotypen voorkomen. Als de F_1 uit een groot aantal nakomelingen bestaat, komen de mogelijke genotypen in een vaste verhouding voor (zie afbeelding 21). Als er maar een paar nakomelingen zijn, dan is de verhouding tussen de verschillende genotypen te veel afhankelijk van het toeval. Als in de F_1 de genotypen in een vaste verhouding voorkomen, dan is er ook een vaste verhouding tussen de mogelijke fenotypen (zie afbeelding 21). Als de ene ouder heterozygoot is en de andere ouder homozygoot recessief, dan komen in de F_1 de verschillende genotypen en fenotypen ook in een vaste verhouding voor (zie afbeelding 21).

WB OPDRACHT 31 T/M 39 BLZ. 115

▼ Afb. 20 Kruising (schematisch).



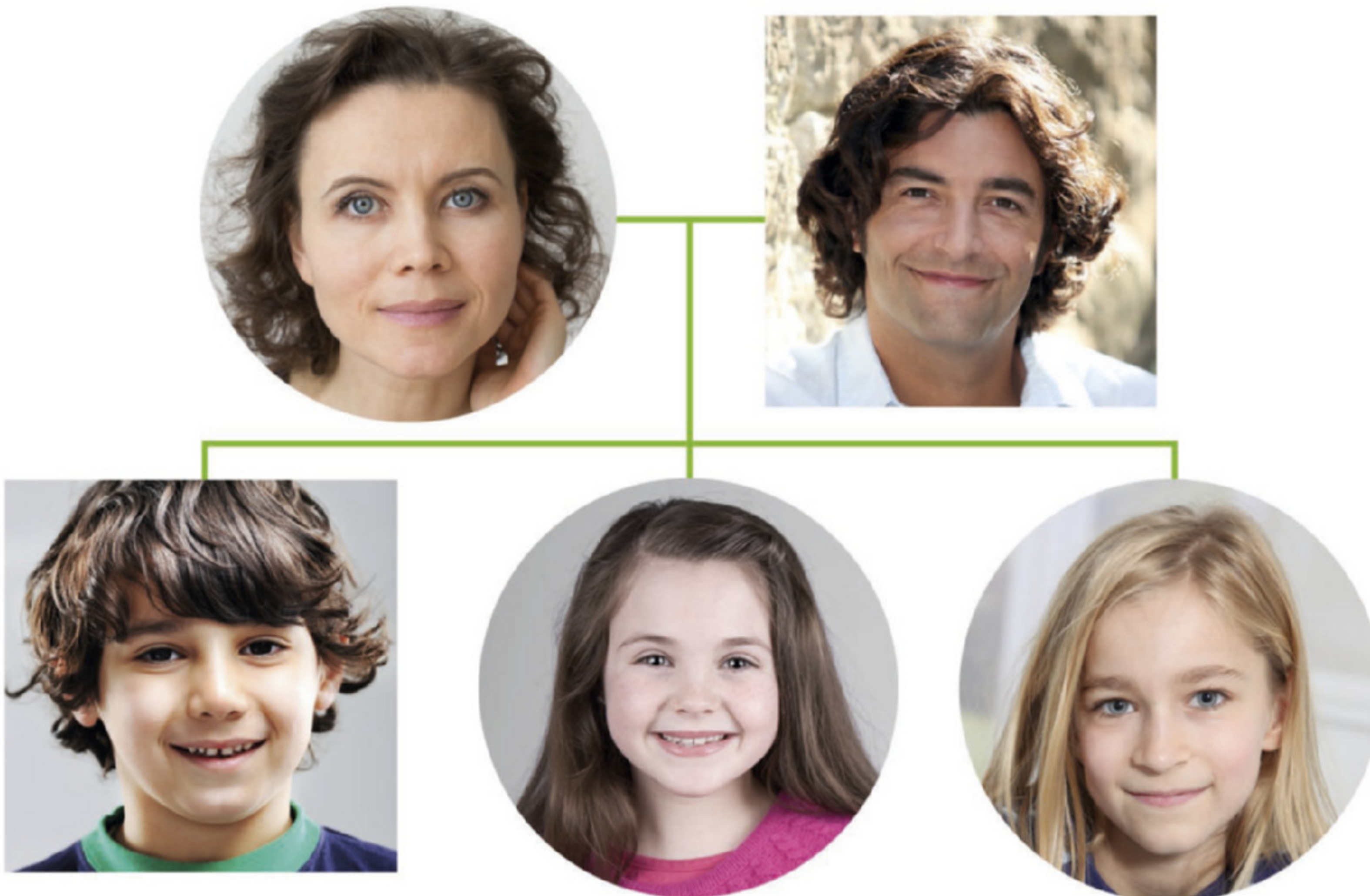
▼ Afb. 21 In de F_1 van een kruising kunnen verschillende verhoudingen voorkomen.



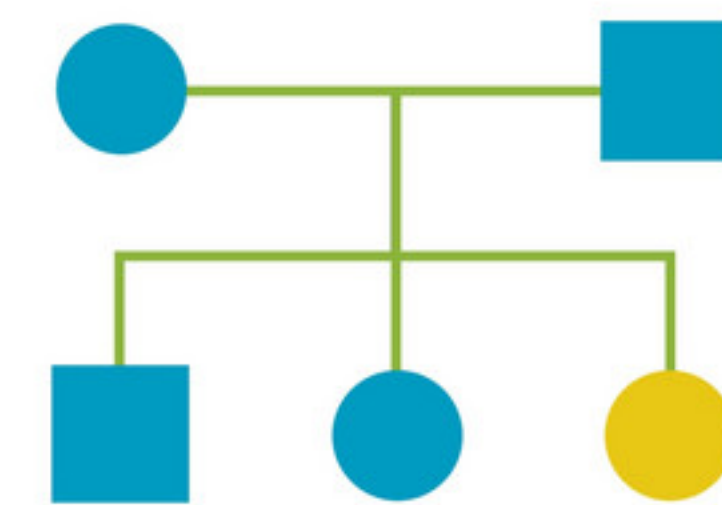
5 Stambomen

Je hebt allerlei eigenschappen geërfd van je ouders. De kans is groot dat je ook eigenschappen hebt die je niet bij hen terugziet. Misschien heb jij blond haar en je beide ouders zwart haar. Met een **stamboom** kun je zien hoe een eigenschap als haarkleur in je familie is doorgegeven. Een stamboom laat zien van wie iemand afstamt. In afbeelding 22 zie je een stamboom van een man en vrouw en hun drie kinderen. Afbeelding 23 laat hun stamboom in symbolen zien. Daarbij stelt een rondje een vrouw voor. Een vierkantje stelt een man voor.

▼ **Afb. 22** De stamboom van een gezin.



▼ **Afb. 23** De stamboom van het gezin in symbolen.



Legenda:

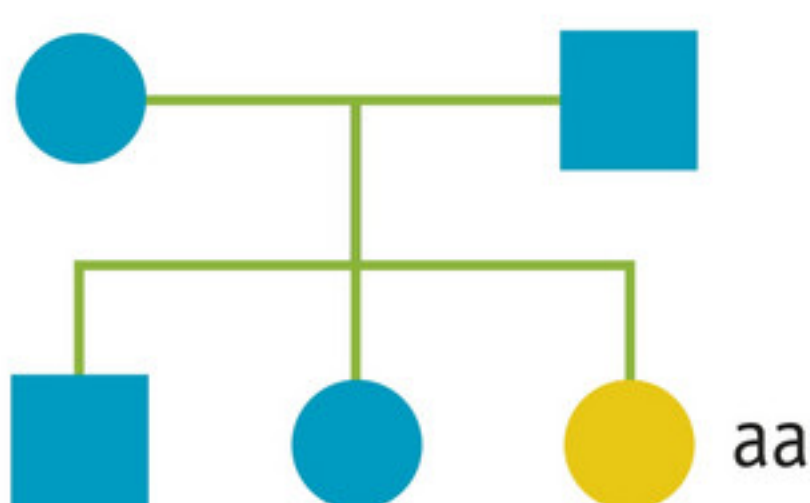
● zwart haar

● blond haar

STAMBOOM VAN EEN GEZIN

In de stamboom van afbeelding 22 zie je dat beide ouders en twee van de drie kinderen zwart haar hebben. Eén kind heeft blond haar. Met behulp van deze stamboom kun je achterhalen welk genotype de leden van dit gezin hebben voor de eigenschap haarkleur. Om dit te weten te komen, ga je te werk volgens de stappen die hierna zijn beschreven.

▼ **Afb. 24** Het genotype is 'aa'.



Legenda:

● zwart haar

● blond haar

Stap 1: stel vast welk fenotype elk gezinslid heeft.

In afbeelding 22 zie je welke haarkleur deze personen hebben. De ouders en twee kinderen hebben als fenotype 'zwart haar'. Eén dochter heeft als fenotype 'blond haar'.

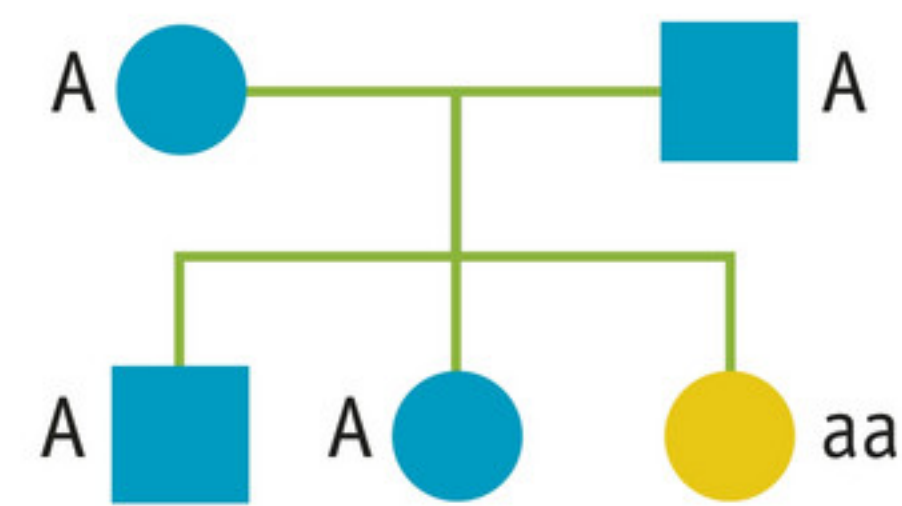
Stap 2: stel het genotype vast van het kind met het afwijkende fenotype.

Beide ouders hebben hetzelfde fenotype. Eén kind heeft een ander fenotype. Zij heeft blond haar. Daardoor weet je zeker dat dit kind homozygoot is voor het recessieve gen. Het genotype van dit kind is 'aa' (zie afbeelding 24).

Stap 3: schrijf bij de stamboom wat je nu weet over het genotype van de andere gezinsleden.

De gezinsleden met een dominant fenotype hebben in elk geval één dominant gen in het genotype. Bij deze personen geef je het dominante gen aan met de letter 'A' (zie afbeelding 25).

► **Afb. 25** Het dominante gen is 'A'.



Legenda:

● zwart haar

● blond haar

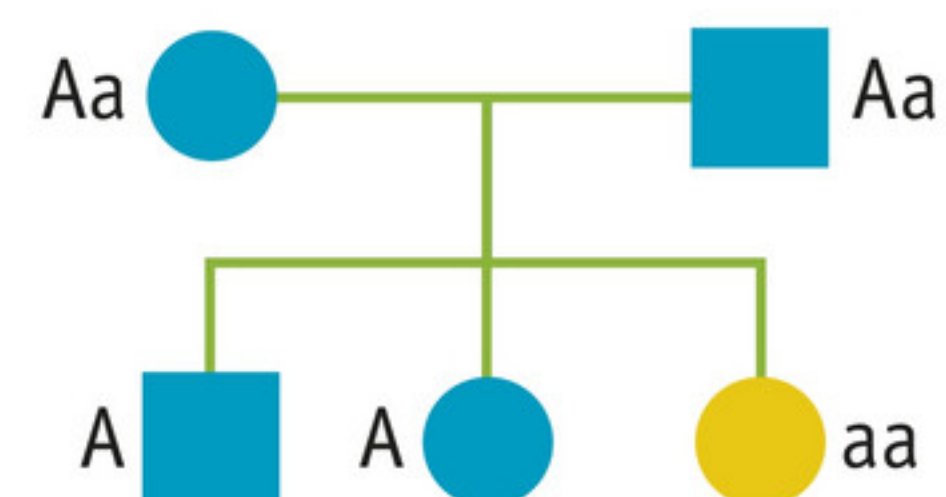
Stap 4: zet bij zo veel mogelijk gezinsleden het genotype voor deze eigenschap.

Beide ouders hebben donker haar. Zij kunnen alleen een kind krijgen met blond haar als ze allebei heterozygoot zijn. Beide ouders hebben dus het genotype 'Aa' (zie afbeelding 26).

Omdat beide ouders heterozygoot zijn, kun je niet vaststellen wat het tweede gen is in het genotype van de kinderen met donker haar. Zij kunnen homozygoot dominant zijn of heterozygoot.

WB OPDRACHT 40 T/M 45 BLZ. 123

► **Afb. 26** Het genotype is 'Aa'.



Legenda:

● zwart haar

● blond haar

6

Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting

▼ **Afb. 27** Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan veel verschillende genotypen en daardoor soms ook verschillende fenotypen.



1 parende tuinslakken



2 verschillende fenotypen bij de tuinslak

Kinderen lijken meestal op hun ouders, maar ze zijn er nooit precies gelijk aan. Bij dieren en planten die in de natuur leven, is dat meestal ook zo. In de landbouw en veeteelt willen we soms dat nakomelingen precies dezelfde eigenschappen hebben als de ouders. Als koeien bijvoorbeeld heel veel melk geven, willen we dat de nakomelingen van deze koeien net zoveel melk kunnen geven. Daarom passen we in de akkerbouw, tuinbouw en veeteelt vaak andere manieren van voortplanting toe.

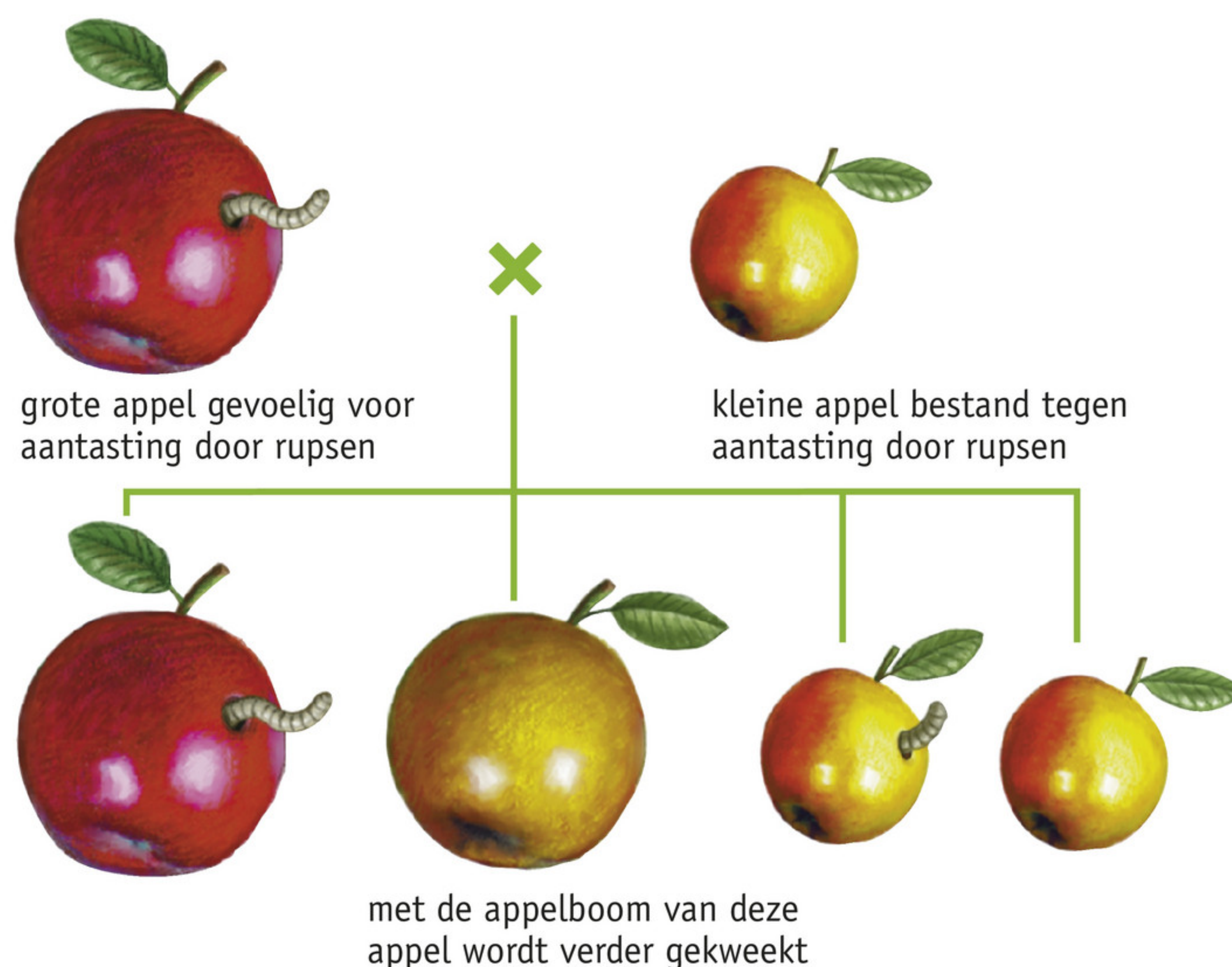
GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Telers van gewassen en fokkers van dieren proberen zo veel mogelijk gunstige eigenschappen in één nakomeling te krijgen. Denk bijvoorbeeld aan een snelle groei, een grote vruchtbaarheid, een hoge voedingswaarde of een grote weerstand tegen ziekteverwekkers.

Bij **geslachtelijke voortplanting** versmelten twee willekeurige geslachtscellen met elkaar. Doordat de geslachtscellen verschillende genotypen hebben, zijn er voor het genotype van de bevruchte eicel ook heel veel verschillende mogelijkheden. Zo ontstaan er organismen met telkens andere genotypen (zie afbeelding 27).

Telers en fokkers passen vaak **kunstmatige selectie** toe. Uit alle nakomelingen kiezen ze de individuen met de meest gunstige erfelijke eigenschappen. Die gebruiken ze voor verdere kruisingen. Die kruisingen noemen we **veredeling**. Bij veredeling gebruikt men voor de voortplanting alleen nakomelingen met gunstige eigenschappen (zie afbeelding 28).

▼ **Afb. 28** Veredeling bij appels (schematisch).



ONGESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Als door veredeling individuen met een gunstig genotype zijn ontstaan, willen telers en fokkers nakomelingen hebben met hetzelfde genotype. Bij landbouwgewassen passen telers meestal **ongeslachtelijke voortplanting** toe. Hierbij groeit een deel van een plant uit tot een nieuwe plant. Dit kan op veel manieren gebeuren. Eén manier ken je misschien wel, namelijk het **stekken** van een kamerplant. Je snijdt dan een stuk van een stengel of een blad af. Op het snijvlak ontwikkelen zich wortels. Het stukje stengel of blad groeit uit tot een nieuwe kamerplant (zie afbeelding 29).

▼ **Afb. 29** Een kamerplant stekken.



1 Snijd met een scherp mes een stukje stengel af.



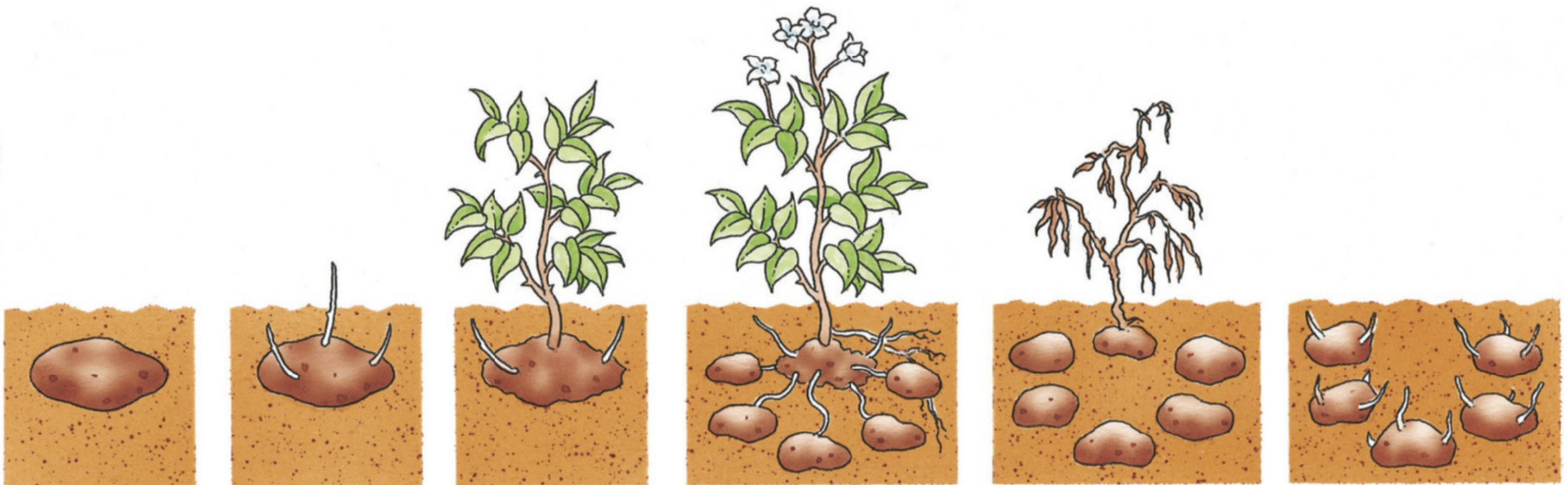
2 Zet dit stukje stengel in een potje met water. Het stengeltje gaat dan wortels vormen.



3 Als de wortels groot genoeg zijn, zet je het stengeltje in een bloempot met potgrond.

Aardappelplanten kunnen zich ongeslachtelijk voortplanten door middel van **knollen**. Die knollen zijn de aardappelen. Een knol is een verdikte stengel die veel reservevoedsel bevat. Uit de knol groeit een aardappelplant. De aardappelplant vormt nieuwe knollen. Hieruit kunnen nieuwe aardappelplanten ontstaan (zie afbeelding 30).

▼ **Afb. 30** Ongeslachtelijke voortplanting door knollen (bij een aardappel).



1

2

3

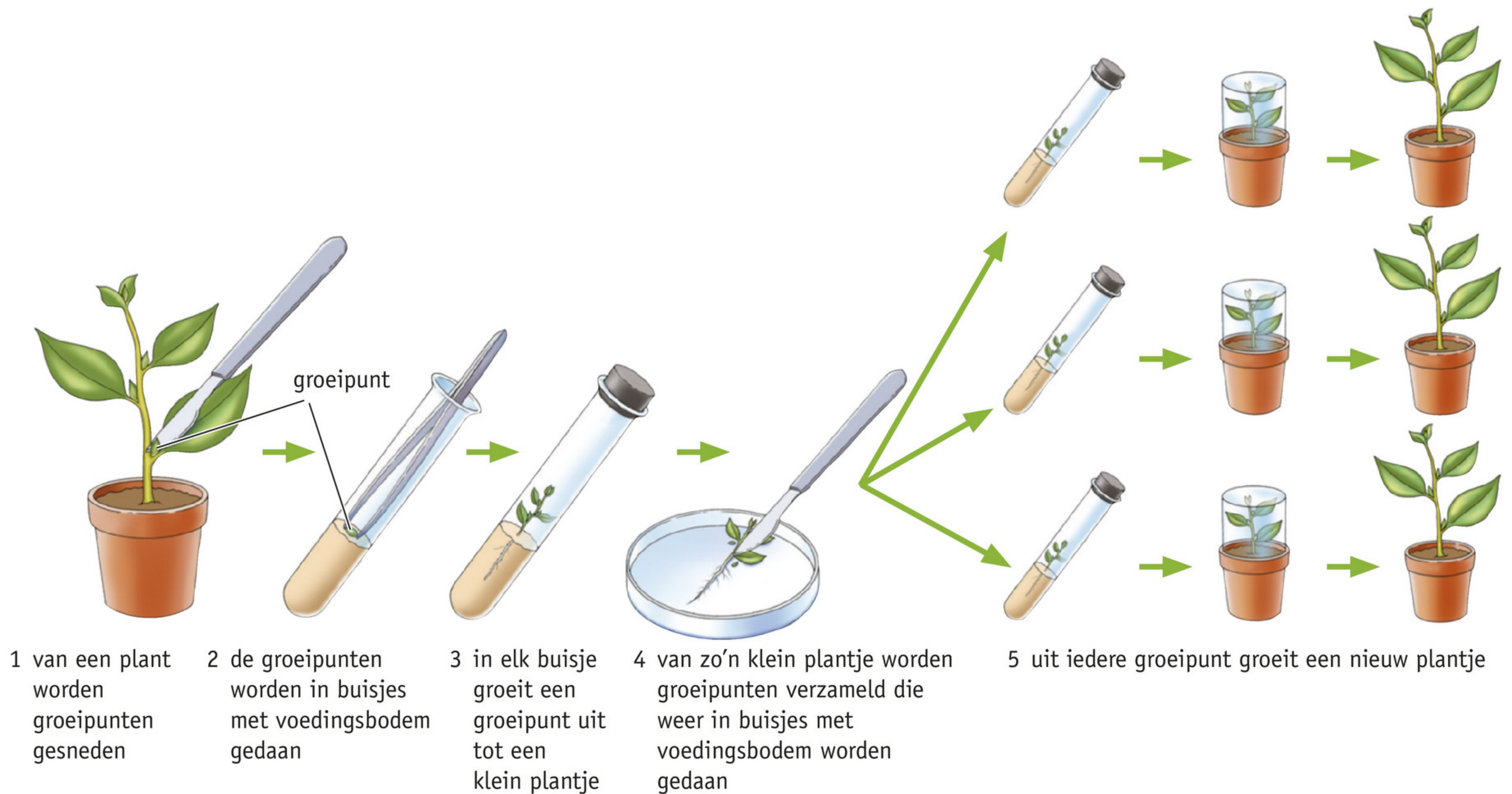
4

5

6

Een bijzondere manier van stekken is **weefselkweek**. Hierbij snijdt een kweker met een scherp mesje knoppen van een plant af. Zo'n afgesneden knop wordt **groeipunt** genoemd. De kweker doet de groeipunten in buisjes met een speciale voedingsbodem (zie afbeelding 31). De groeipunten groeien dan uit tot kleine plantjes. Door weefselkweek kunnen binnen een jaar uit één plant meer dan vijftigduizend nieuwe planten worden gemaakt.

▼ **Afb. 31** Het verloop van een weefselkweek (schematisch).



Ongeslachtelijke voortplanting vindt plaats door middel van gewone celdelingen. Na een gewone celdeling bevatten de beide dochtercellen hetzelfde genotype als de moedercel. De nakomelingen hebben dan ook allemaal hetzelfde genotype als de ouderplant. Dat wil niet zeggen dat alle nakomelingen ook hetzelfde fenotype hebben. Dit komt doordat de milieuomstandigheden verschillen waarin de nakomelingen groeien.

WB OPDRACHT 46 T/M 54 BLZ. 126

7 Mutaties

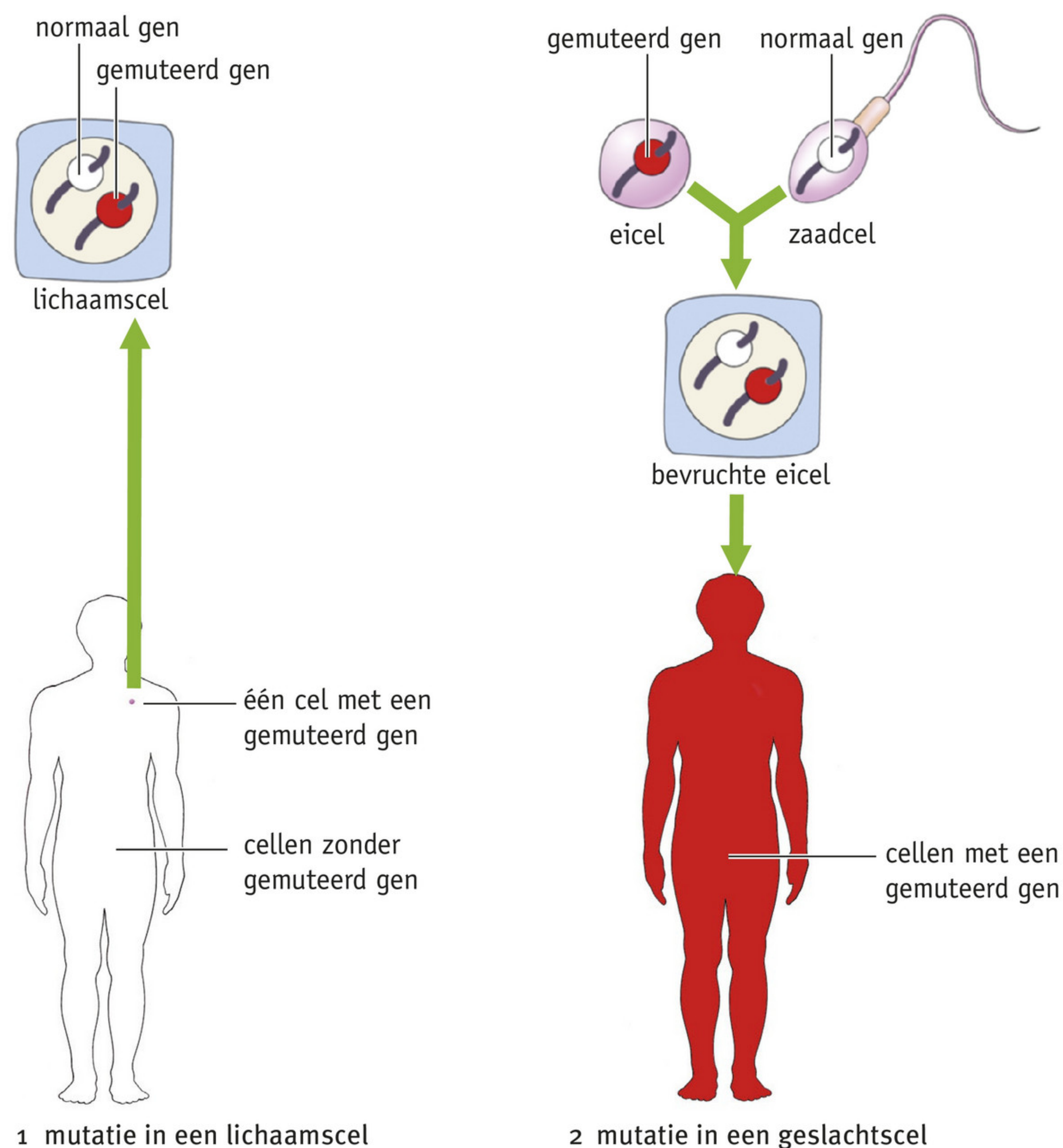
Bij elke gewone celdeling wordt het genotype van de moedercel doorgegeven aan de dochtercellen. Het genotype verandert niet tijdens de celdeling. Maar soms gaat het mis en raakt een chromosoom beschadigd. Door zo'n beschadiging kunnen er een of meer genen veranderen.

MUTATIE

Een plotselinge verandering van het genotype noemen we een **mutatie**. De veranderde genen zijn **gemuteerd**.

Mutaties kunnen in elke cel plaatsvinden. Meestal heeft een mutatie geen gevolgen. Als in een bepaalde lichaamscel een mutatie optreedt, verandert het genotype in de andere lichaamscellen niet. Maar als een gemuteerd gen in een geslachtscel voorkomt, kan dit wel gevolgen hebben. Deze geslachtscel kan bij bevruchting versmelten met een andere geslachtscel. Het gemuteerde gen komt vervolgens terecht in de bevruchte eicel. Uit de bevruchte eicel ontwikkelt zich een nakomeling die in elke lichaamscel het gemuteerde gen heeft (zie afbeelding 32). Een individu bij wie een gemuteerd gen tot uitdrukking komt in het fenotype, heet een **mutant**.

► **Afb. 32** De invloed van een mutatie (schematisch).



MUTAGENE INVLOEDEN

Mutaties kunnen spontaan plaatsvinden, maar dat gebeurt niet vaak. Mutaties worden meestal veroorzaakt door bepaalde soorten straling. Voorbeelden van soorten straling zijn radioactieve straling, röntgenstraling en ultraviolette straling. Mutaties kunnen ook ontstaan door bepaalde chemische stoffen, zoals asbest en de stoffen in sigarettenrook. Die straling en chemische stoffen noem je **mutagene invloeden** (zie afbeelding 33). Röntgenstraling verhoogt het aantal mutaties. Daarom maken artsen zo weinig mogelijk röntgenfoto's van patiënten. Als ze toch een röntgenfoto moeten maken, zorgen ze dat er zo min mogelijk straling op de geslachtsorganen komt.

WB OPDRACHT 55 T/M 59 BLZ. 130

► Afb. 33 Mutagene invloeden.



▼ Afb. 34

Tibetanen overleven grote hoogtes door mutatie

Bergbeklimmers weten het uit ervaring: hoog in de bergen snak je naar adem. In het laaggelegen Nederland zit genoeg zuurstof in de lucht, maar in het hooggebergte niet. Daardoor krijg je daar moeite met ademen. Je lichaam gaat dan extra rode bloedcellen maken. Die extra rode bloedcellen zorgen ervoor dat je lichaam toch genoeg zuurstof uit de lucht haalt. Maar de extra rode bloedcellen maken het bloed dikker. Daardoor wordt de kans op een hartaanval groter.

De bevolking van Tibet heeft daar geen last van. Zij krijgen genoeg zuurstof op het Tibetaans Hoogland, waar het gemiddeld 4500 m hoog is. Ongeveer achtduizend jaar geleden is een klein deel van hun DNA veranderd door een mutatie. Mensen met het gemuteerde gen nemen genoeg zuurstof op in het bloed. Hun lichaam hoeft geen extra rode bloedcellen te maken. Hierdoor krijgen zij minder snel een hartaanval.

8

Erfelijkheidsonderzoek

De meeste kinderen worden gezond geboren. Er worden ook kinderen geboren die een ziekte of afwijking hebben. Sommige van die ziekten zijn erfelijk. Een erfelijkheidsonderzoeker kan aan iemands chromosomen zien of die persoon een gen bezit voor zo'n erfelijke ziekte. Dat is belangrijk voor toekomstige ouders die een erfelijke ziekte hebben. Het is ook belangrijk voor gezonde mensen bij wie een bepaalde ziekte in de familie voorkomt (zie afbeelding 35).

▼ Afb. 35

Leef jij gezond?

Niemand wil ziek worden, maar gezond blijven gaat niet vanzelf. Daar moet je wat voor doen. Veel tijdschriften en tv-programma's geven advies over gezond leven. Maar je kunt niet alle aandoeningen voorkomen. Van duizenden aandoeningen is inmiddels bekend dat ze erfelijk zijn. Sommige erfelijke afwijkingen of ziekten komen altijd tot uiting in het fenotype. Voorbeelden zijn kleurenblindheid en taaislijmziekte. Bij taaislijmziekte vormt zich dik, taai slijm in de luchtwegen. Er zijn ook aandoeningen die voor een deel erfelijk zijn. Of je zo'n aandoening krijgt, hangt

mede af van je manier van leven. Als één van je ouders een hart- of vaatziekte heeft, heb je een verhoogde kans op hart- en vaatziekten. Dit geldt ook voor bijvoorbeeld diabetes en sommige soorten kanker. Maar als je bijvoorbeeld gezond eet, veel beweegt en niet rookt, wordt de kans op hart- en vaatziekten kleiner. Daarom kan het belangrijk zijn te weten of in je familie bepaalde aandoeningen voorkomen. Als je weet dat je een erfelijke aandoening hebt, kan het daarom nog belangrijker zijn om gezond te leven.

GENETISCH ADVIES

De meeste genen voor erfelijke ziekten zijn recessief. Iemand die heterozygoot is voor een erfelijke ziekte heeft die ziekte doorgaans niet. Hij heeft echter wel het gen waarmee de ziekte kan worden doorgegeven aan zijn kinderen. Hij is dan **drager** van dit gen. Stel dat een man en een vrouw allebei drager zijn van een erfelijke ziekte. Hun kind heeft dan 25% kans dat het die erfelijke ziekte heeft.

Als er in je familie een erfelijke ziekte voorkomt, dan heb je kans dat je een recessief gen voor deze ziekte bezit. Het is dan verstandig om **genetisch advies** in te winnen als je een kind wilt. Een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt dan hoe groot de kans is dat je kinderen krijgt met een erfelijke ziekte of afwijking. Het DNA van verschillende familieleden wordt onderzocht. De onderzoeker kijkt of een gen voor een erfelijke afwijking op het DNA voorkomt (zie afbeelding 36). Toekomstige ouders kunnen aan de hand van het genetisch advies beslissen over een eventuele zwangerschap. Ook als een vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad, is het verstandig genetisch advies in te winnen.

PRENATAAL ONDERZOEK

Bij embryo's en foetussen kan ook erfelijkheidsonderzoek worden gedaan. Hiermee kun je al vóór de geboorte van een kind eventuele ziekten of afwijkingen vaststellen. Erfelijkheidsonderzoek kan onder andere met behulp van echoscopie, een vlokcentest of een vruchtwaterpunctie gebeuren. Deze vormen van onderzoek worden **prenataal onderzoek** genoemd. Prenataal betekent vóór de geboorte.

▼ Afb. 36 Onderzoek naar een afwijking in de genen.



Bij **echoscopie** worden de groei en de ligging van het ongeboren kind gecontroleerd. Dit gebeurt met behulp van een **echoscoop**. Het apparaat zendt een geluid uit dat zo hoog is dat je het niet kunt horen. Dit geluid wordt in het lichaam teruggekaatst en door de echoscoop opgevangen. Een computer zet het teruggekaatste geluid om in televisiebeelden (zie afbeelding 37). Aan de hand van die beelden wordt gecontroleerd of het kind zich goed ontwikkelt. Als de voortplantingsorganen al tot ontwikkeling zijn gekomen, kun je ook zien of het ongeboren kind een jongetje of een meisje is. De televisiebeelden kunnen ook op een foto worden vastgelegd.

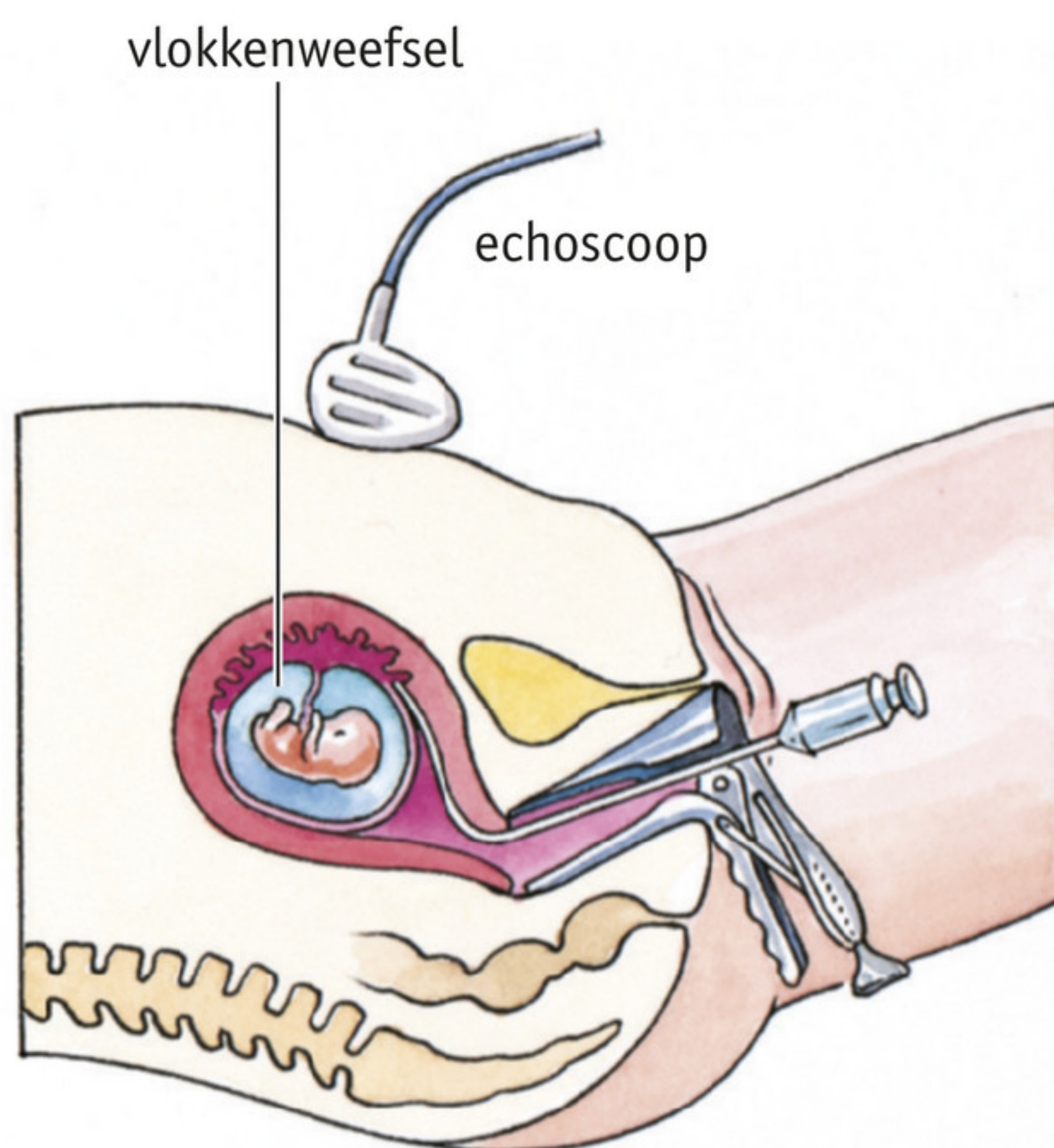
► **Afb. 37** Echoscopie bij een zwangere vrouw.



Vanaf de achtste week van de zwangerschap kan een **vlokkentest** worden gedaan. Hierbij wordt een klein beetje weefsel uit de placenta gehaald (zie afbeelding 38). Dit weefsel bevat cellen van het embryo. Door de chromosomen van deze cellen te bestuderen, kun je eventuele afwijkingen opsporen. Een voorbeeld van zo'n afwijking is het **syndroom van Down** (zie afbeelding 39).

Met een vlokkentest kun je ook vaststellen welke geslachtschromosomen een embryo heeft. Zo kun je het geslacht van een embryo bepalen, voordat de voortplantingsorganen zich hebben ontwikkeld.

▼ **Afb. 38** Erfelijkheidsonderzoek door een vlokkentest.



1



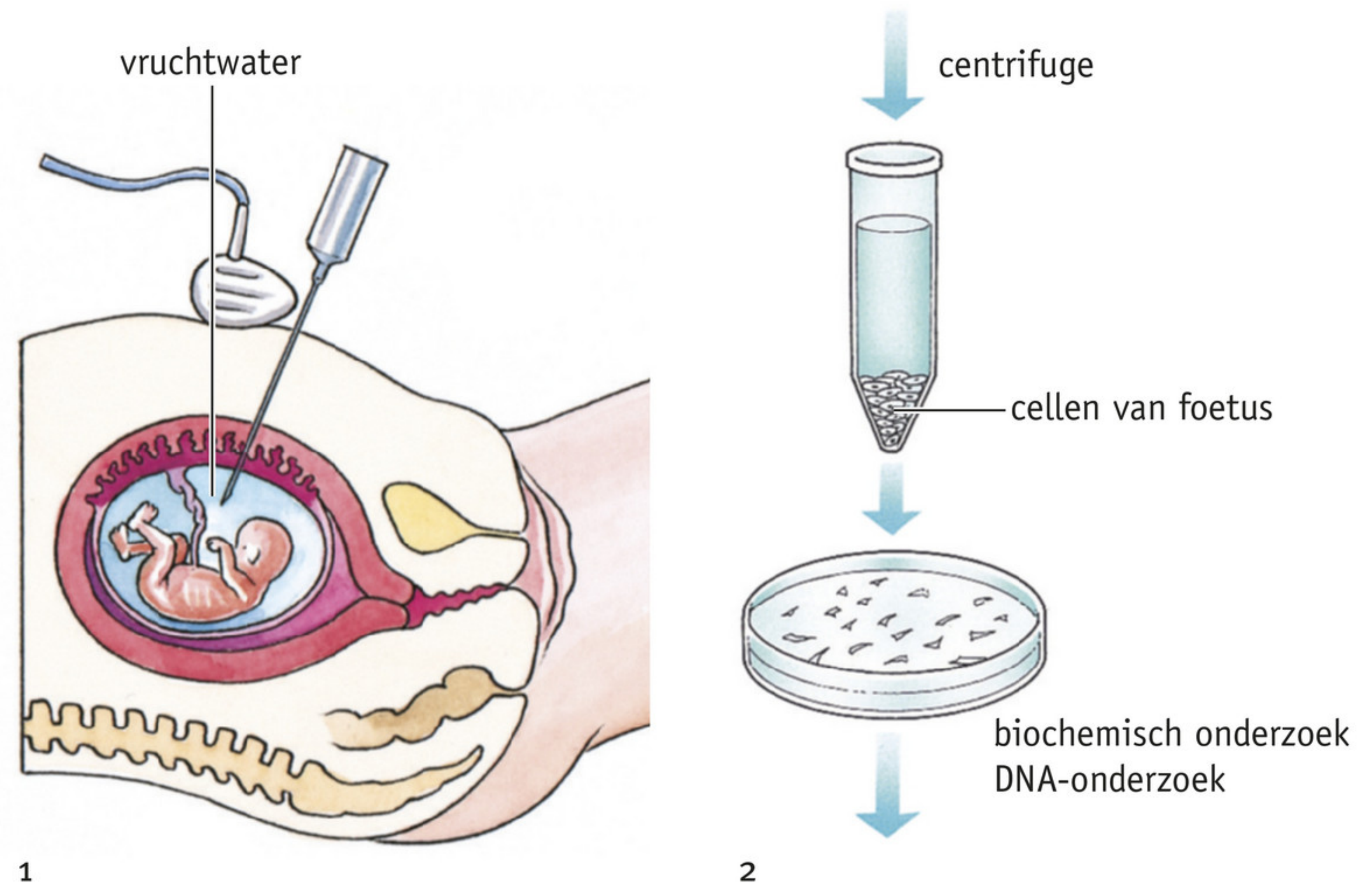
2

▼ **Afb. 39** Meisje met het syndroom van Down.



Bij een **vruchtwaterpunctie** wordt via de buikwand en de wand van de baarmoeder wat vruchtwater weggezogen (zie afbeelding 40). In dit vruchtwater bevinden zich cellen van de foetus. De chromosomen uit deze cellen worden onderzocht. Een vruchtwaterpunctie is mogelijk vanaf de zestiende week van de zwangerschap.

► **Afb. 40** Erfelijkheidsonderzoek door een vruchtwaterpunctie.

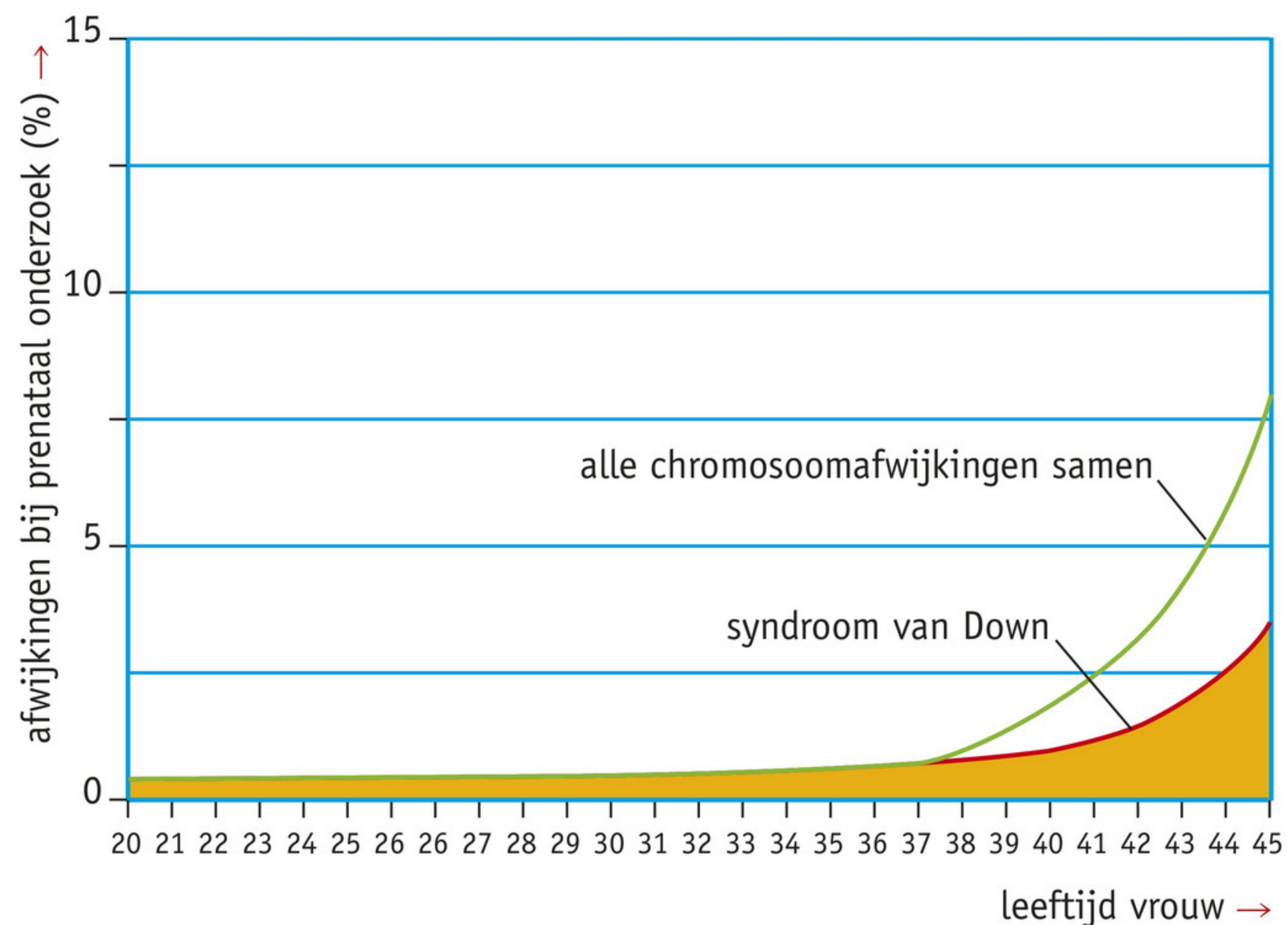


Het uitvoeren van een vlokkentest of vruchtwaterpunctie is niet helemaal zonder gevaar. De kans op een miskraam wordt iets groter. Daarom worden deze onderzoeken alleen gedaan als de kans op een kind met een ernstige ziekte of afwijking groter is dan normaal. Die kans wordt groter als een vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad of als er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt.

Ook als een vrouw 36 jaar of ouder is, neemt de kans toe dat ze een kind krijgt met een afwijking (zie afbeelding 41). Als blijkt dat een ongeborn kind een ernstige ziekte of afwijking heeft, kunnen de ouders in overleg met de arts en andere hulpverleners beslissen om tot **abortus** over te gaan.

WB OPDRACHT 60 T/M 65 BLZ. 133

► **Afb. 41** Hoe ouder de moeder is, hoe groter de kans is op een kind met een afwijking.



9 Biotechnologie

▼ **Afb. 42** Voedingsmiddelen waarbij biotechnologie wordt toegepast.



▼ **Afb. 43**

Al eeuwenlang gebruiken mensen de planten en dieren om hen heen. Bijvoorbeeld voor de productie van voedingsmiddelen, smaakstoffen, geneesmiddelen en hormonen. Al sinds lange tijd wordt veredeling gebruikt om gewenste eigenschappen bij planten en dieren te verbeteren. Tegenwoordig zijn er ook andere technieken.

Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te maken voor de mens (zie afbeelding 42).

GENETISCHE MODIFICATIE

Tegenwoordig kunnen erfelijke eigenschappen van een organisme met behulp van diverse technieken worden veranderd. Deze technieken heten **recombinant-DNA-technieken**.

Met recombinant-DNA-technieken kun je genen van een soort toevoegen aan het DNA van een andere soort. Zo zijn er bijvoorbeeld landbouwgewassen gemaakt die bestand zijn tegen onkruid- of insectenbestrijdingsmiddelen. Dankzij dezelfde technieken bestaan er nu schimmels, bacteriën en gisten die vitaminen, enzymen of medicijnen kunnen maken. Een voorbeeld van een medicijn dat dankzij deze technieken door bacteriën wordt gemaakt, is **insuline**. Gezonde mensen maken insuline in hun eigen lichaam. Mensen die diabetes hebben, hebben insuline nodig. Ze gebruiken dat om het suikergehalte van hun bloed te regelen.

Recombinant-DNA-technieken kunnen allerlei erfelijke eigenschappen aan organismen toevoegen. De mens verandert met behulp van deze technieken het genotype van andere organismen. Dit heet **genetische modificatie** (zie afbeelding 43). Een genetisch gemodificeerd organisme noem je **transgeen**.

Geen dag zonder genetische modificatie

Jeffrey is een vmbo-scholier van 15 jaar. Vandaag staat hij vroeg op, want hij moet al om 8.00 uur op school zijn. Vandaag doet hij zijn nieuwe stonewashed spijkerbroek aan. Vroeger kregen spijkerbroeken een stonewashed uiterlijk door ze samen met puimsteen te wassen in een grote wasmachine. Tegenwoordig zien ze er zo uit door ze te behandelen met het enzym cellulase. Genetisch gemodificeerde bacteriën maken dit enzym.

Bij het ontbijt eet Jeffrey twee boterhammen met kaas en drinkt hij een glas vruchtensap. Bij de bereiding van vruchtensap wordt het enzym pectinase gebruikt. Dit enzym wordt gemaakt door een genetisch gemodificeerde schimmel. Pectinase breekt een deel van de celwanden in de vruchten af. Dat levert meer sap op.

Als Jeffrey naar school gaat, neemt hij een appel mee. Die eet hij op in de pauze. Bij het telen van die appels zijn bijna geen bestrijdingsmiddelen gebruikt. Dat kan

doordat een gen uit gerst is ingebracht in het genotype van de appelboom. Het gen zorgt voor de productie van een stof die de boom beschermt tegen schimmels. Deze stof werkt tegen de schimmel die schurft veroorzaakt bij appelbomen. De genetisch gemodificeerde appelbomen zijn veel beter bestand tegen aantasting door schurft. Jeffrey moet ook medicijnen meenemen naar school. Hij heeft diabetes. Hij moet zichzelf regelmatig insuline toedienen. Die stof regelt het suikergehalte van het bloed. Bij gezonde mensen maakt het lichaam die stof zelf. Bij Jeffrey wordt er veel te weinig insuline aangemaakt. Vroeger werd insuline gebruikt uit het lichaam van varkens. Tegenwoordig maken bepaalde bacteriën insuline. Het DNA van deze bacteriën is aangepast door recombinant-DNA-techniek. Zonder genetische modificatie zou de dag van Jeffrey er heel anders uitzien.

- ▼ **Afb. 44** Sommige voedingsmiddelen bevatten genetisch gemodificeerde soja.



Meestal zijn het micro-organismen die genetisch worden gemodificeerd, maar soms ook planten of dieren. Genetisch gemodificeerde organismen worden gebruikt in de landbouw, de industrie en het milieu.

VOOR- EN TEGENSTANDERS VAN GENETISCHE MODIFICATIE

Sommige mensen zijn voorstander van genetische modificatie. Ze vinden dat genetische modificatie kan helpen belangrijke problemen op te lossen. Door genetische modificatie kan de opbrengst van landbouwgewassen hoger worden. Daardoor hoeft er minder honger in de wereld te zijn. Met genetische modificatie kun je sommige producten milieuvriendelijker, goedkoper of beter produceren (zie afbeelding 44). Ook zijn sommige ziekten zo beter te behandelen.

Andere mensen zijn tegenstander van genetische modificatie. Ze vinden bijvoorbeeld dat de mens niet het recht heeft de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen naar eigen inzicht te veranderen. Of ze keuren het af dat er door genetische modificatie allerlei nieuwe soorten organismen worden 'gemaakt'. Ook zijn sommige mensen bang dat organismen die genetisch zijn gemodificeerd, in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken (zie afbeelding 45).

- ▼ **Afb. 45**

De gloeivis

Guppy's, zwaarddragers en zebravisjes zijn vissen die goed passen in een tropisch aquarium. Sinds enige jaren bestaat er een bijzonder zebravisje: de gloeivis. Onderzoekers uit Singapore hebben deze visjes een gen gegeven uit een zeeanemoon. Dankzij dit gen worden de vissen prachtig felrood als je ze verlicht met een uv-lamp. Het is mooi om te zien, maar het mag niet. In Europa is het verboden om genetisch gemodificeerde dieren van buiten Europa te halen. Daarvoor moet eerst een vergunning worden aangevraagd.

Gloeivisjes kun je alleen in een aquarium zien. In het wild overleven ze minder goed dan andere zebravisjes, want ze krijgen te weinig jongen.



gloeivissen

MISDAADBESTRIJDING

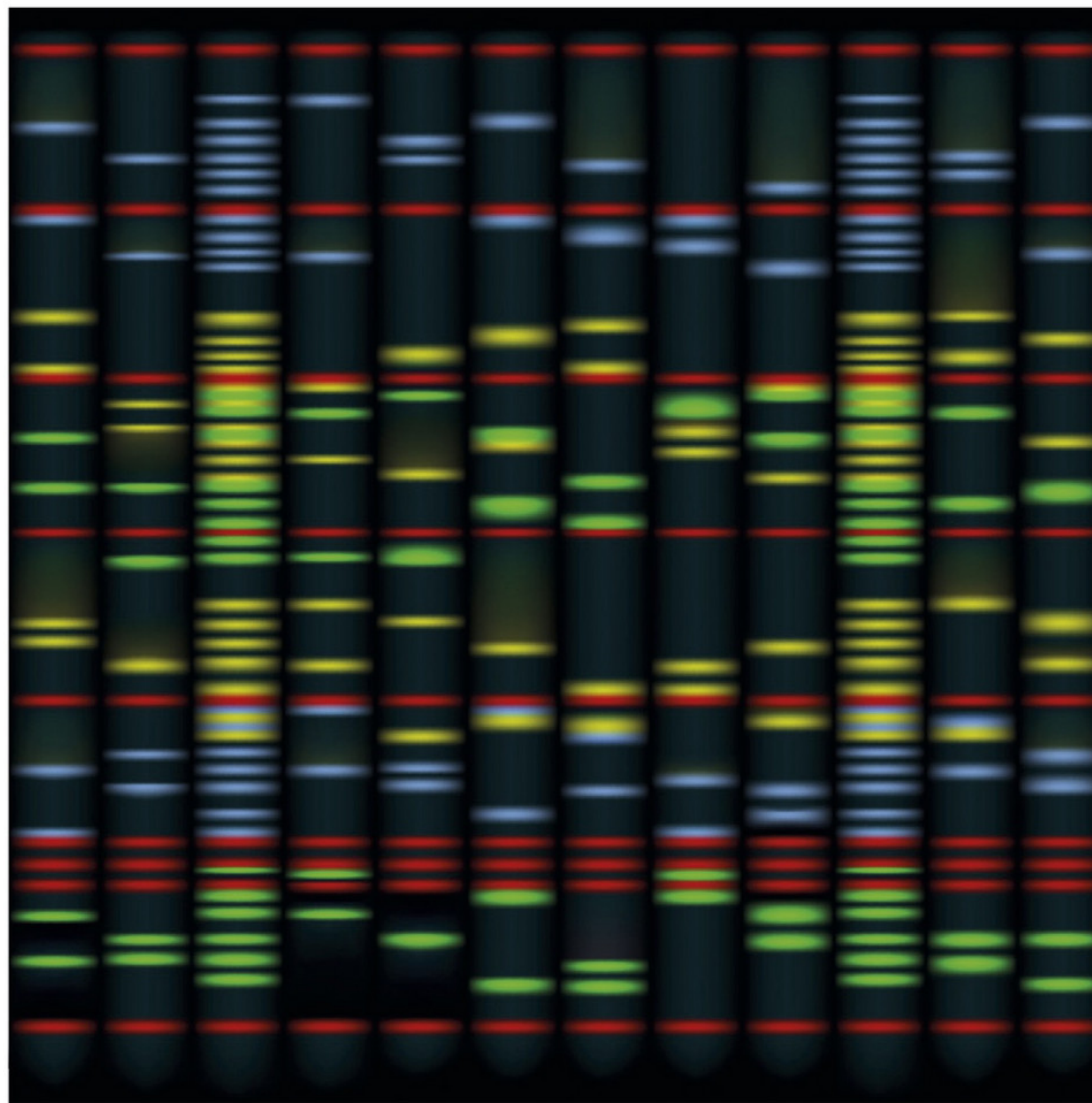
Kennis van biotechnologie en DNA is handig bij het oplossen van misdaden. Elke mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Je kunt dat vergelijken met een vingerafdruk, die ook voor elke mens uniek is. Op de plaats van een misdrijf wordt gezocht naar bijvoorbeeld huidschilfers, haren, sperma of bloedsporen. Het DNA uit die cellen wordt vervolgens onderzocht. DNA-sporen geven informatie over het geslacht, de oogkleur, de huidskleur en de haarkleur van de vermoedelijke dader.

Met bepaalde technieken kun je het DNA zichtbaar maken als een patroon van strepen en banden. Dit patroon kun je dan vergelijken met de patronen van de verdachten van het misdrijf (zie afbeelding 46). Zo kun je uit een groep verdachten de werkelijke dader ontmaskeren.

Met een DNA-patroon kun je ook verwantschap tussen mensen aantonen. Het DNA-patroon van een kind vertoont veel overeenkomsten met dat van de vader en van de moeder.

WB OPDRACHT 66 T/M 71 BLZ. 136

► **Afb. 46** DNA-patroon.



10 De evolutietheorie

Organismen die zijn aangepast aan hun omgeving, zijn beter in staat om te overleven. Denk maar aan ijsberen die niet opvallen als ze hun prooi besluipen op de besneeuwde Noordpool. En wat dacht je van hun dikke vacht? Die beschermt de ijsbeer tegen de kou.

EVOLUTIE

De biologie gaat ervan uit dat de levensvormen op aarde in de loop van zeer lange tijd zijn ontstaan en veranderd. Dit wordt **evolutie** genoemd. Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.

Charles Darwin is de belangrijkste grondlegger van de **evolutietheorie**. Hij beschreef zijn theorie over evolutie in 1859. Er zijn veel feiten die deze theorie erg aannemelijk maken. Deze feiten vormen **argumenten** voor de evolutietheorie. De evolutietheorie gaat uit van veranderingen in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.

VERANDERINGEN IN GENOTYPEN

Vrijwel alle organismen leven samen met soortgenoten in een populatie. Een **populatie** is een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten. Eerder in dit thema heb je geleerd dat bij geslachtelijke voortplanting telkens nieuwe genotypen ontstaan. Ook heb je geleerd dat er in het genotype van een individu mutaties kunnen optreden. Mutaties zijn plotselinge veranderingen van het genotype. Door **geslachtelijke voortplanting** en door **mutaties** treffen we in een populatie voortdurend andere genotypen aan. Hierdoor kunnen we ook allerlei verschillende fenotypen tegenkomen. Slakken van dezelfde soort kunnen bijvoorbeeld verschillend gekleurde huisjes hebben (zie afbeelding 47). Het genotype van de slak bepaalt de kleur van het huisje.

NATUURLIJKE SELECTIE

Er zijn veel soorten organismen die veel nakomelingen krijgen. Eén slak bijvoorbeeld kan honderden nakomelingen krijgen. Niet voor al deze slakken is genoeg voedsel beschikbaar. De nakomelingen blijven dan ook niet allemaal in leven. Slechts enkele nakomelingen worden volwassen en krijgen op hun beurt nakomelingen.

Niet alle slakken hebben een even grote **overlevingskans**. Slakken met een opvallend gekleurd huisje bijvoorbeeld vallen heel erg op (zie afbeelding 48). Ze zijn goed zichtbaar voor vogels die slakken eten. De kans is groot dat deze slakken worden opgegeten vóórdat ze zich hebben voortgeplant. Slakken die niet opvallen, maken meer kans om in leven te blijven. Deze slakken kunnen zich vervolgens voortplanten. Dit wordt 'het overleven van de best aangepaste' genoemd. De nakomelingen van de best aangepaste slakken erven de onopvallende kleur van hun ouders. Zij maken zelf dus ook meer kans om te overleven en zich voort te planten.

▼ **Afb. 47** Verschillen in fenotype binnen een populatie slakken.



- ▼ **Afb. 48** Slakken met een opvallend gekleurd huisje worden eerder opgegeten door vogels.



Individueen met een minder gunstig genotype sterven snel. Daardoor zullen zij weinig of geen nakomelingen krijgen. Individueen met bepaalde gunstige erfelijke eigenschappen in een bepaald gebied, krijgen meer nakomelingen dan individuen zonder deze gunstige erfelijke eigenschappen. Binnen een populatie komen de beter aangepaste organismen dus steeds meer voor, doordat zij meer kans hebben om te overleven en zich voort te planten. Dit verschijnsel heet **natuurlijke selectie**.

Het genotype bepaalt voor een groot deel of een individu goed of slecht is aangepast aan het **milieu**. Met het milieu worden alle omstandigheden bedoeld die invloed kunnen hebben op een organisme. Voorbeelden zijn de aanwezigheid van roofdieren, ziekten, voedsel, regen en kou. Een **schutkleur** is een voorbeeld van een aanpassing aan het milieu. Een krab met een goede schutkleur valt minder op in het zand en wordt daardoor minder snel gezien door roofdieren. Ook de gekko valt niet op dankzij zijn schutkleur (zie afbeelding 49.1). Een poolvos en een woestijnvos horen allebei tot het geslacht van de vossen, maar ze leven in een heel ander milieu. Ze hebben allebei een schutkleur die past bij de omgeving waarin ze leven. Ze hebben daarnaast ook andere aanpassingen aan het milieu (zie afbeelding 49.2). De woestijnvos heeft grote oren en een dunne vacht. Hierdoor kan hij lichaamswarmte afstaan. Een poolvos moet juist lichaamswarmte vasthouden. Hij heeft kleine oren en een dikke vacht.

- ▼ **Afb. 49** Dieren met een gunstige aanpassing.



1 dieren met een schutkleur: gekko en krab



2 dieren met verschillende aanpassingen: poolvos en woestijnvos

▼ **Afb. 50** Verschillende vormen van één soort.



1 vormen van cichliden in het Malawimeer



2 vormen van het veelkleurig Aziatisch lieveheersbeestje

HET ONTSTAAN VAN NIEUWE SOORTEN

Een populatie met veel verschillende genotypen en fenotypen heeft een grote overlevingskans. Als de milieuomstandigheden veranderen, is de kans groot dat er individuen zijn die goed met de nieuwe omstandigheden kunnen omgaan. Deze individuen bezitten door **mutatie** toevallig de juiste genen. Daardoor hebben ze de juiste eigenschappen voor het veranderde milieu. In het veranderde milieu kunnen bijvoorbeeld dieren met een andere kleur de beste schutkleur blijken te bezitten. De mutanten maken in de nieuwe omstandigheden meer kans om te overleven en zich voort te planten. Ze geven hun gunstige eigenschap vervolgens door aan hun nakomelingen. Zij krijgen de overhand en soms verdwijnen de individuen met de oorspronkelijke kleur zelfs helemaal. De soort is aan het veranderen. We zeggen dan dat de soort is **geëvolueerd**.

Het kan zo zijn dat beide vormen blijven bestaan. Er zijn dan mutanten en 'normale' individuen. Deze planten zich onderling voort. De vorm met de beste aanpassing aan het milieu komt dan het meest voor. Als de 'normale' individuen en de mutanten zich steeds met elkaar blijven voortplanten, blijven ze tot dezelfde soort behoren. Er zal dan geen nieuwe soort ontstaan. Wel kunnen er verschillende vormen van één soort ontstaan (zie afbeelding 50).

Het kan ook gebeuren dat de verschillende vormen van een soort zich *niet* meer met elkaar voortplanten. In de loop van de tijd kunnen ze steeds meer van elkaar gaan verschillen. De verschillen kunnen zó groot worden dat individuen van de twee vormen zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten. Ze krijgen dan geen vruchtbare nakomelingen meer. De twee vormen zijn dan twee verschillende soorten geworden (zie afbeelding 51).

▼ **Afb. 51**

Een nieuwe slakkensoort

Eén gen bepaalt in welke richting het huisje van een Japanse landslak draait. Dat hebben Japanse onderzoekers ontdekt. Bij deze slakkensoort draait het huisje gewoonlijk linksom. De onderzoekers hebben ook ontdekt dat een mutatie in het gen ervoor kan zorgen dat het huisje rechtsom draait. Hierdoor zijn er twee vormen van deze slakkensoort.

Twee slakken waarbij het huisje in tegenovergestelde richting draait, kunnen niet met elkaar paren. De huisjes zitten dan in de weg. Hierdoor kunnen slakken van de twee vormen zich niet met elkaar voortplanten. Een mutant van wie het huisje rechtsom draait, kan zich alleen voortplanten met een andere mutant met een

rechtsomdraaiend huisje. Die kans is maar heel klein. Of er een nieuwe slakkensoort zal ontstaan, is dus maar de vraag.



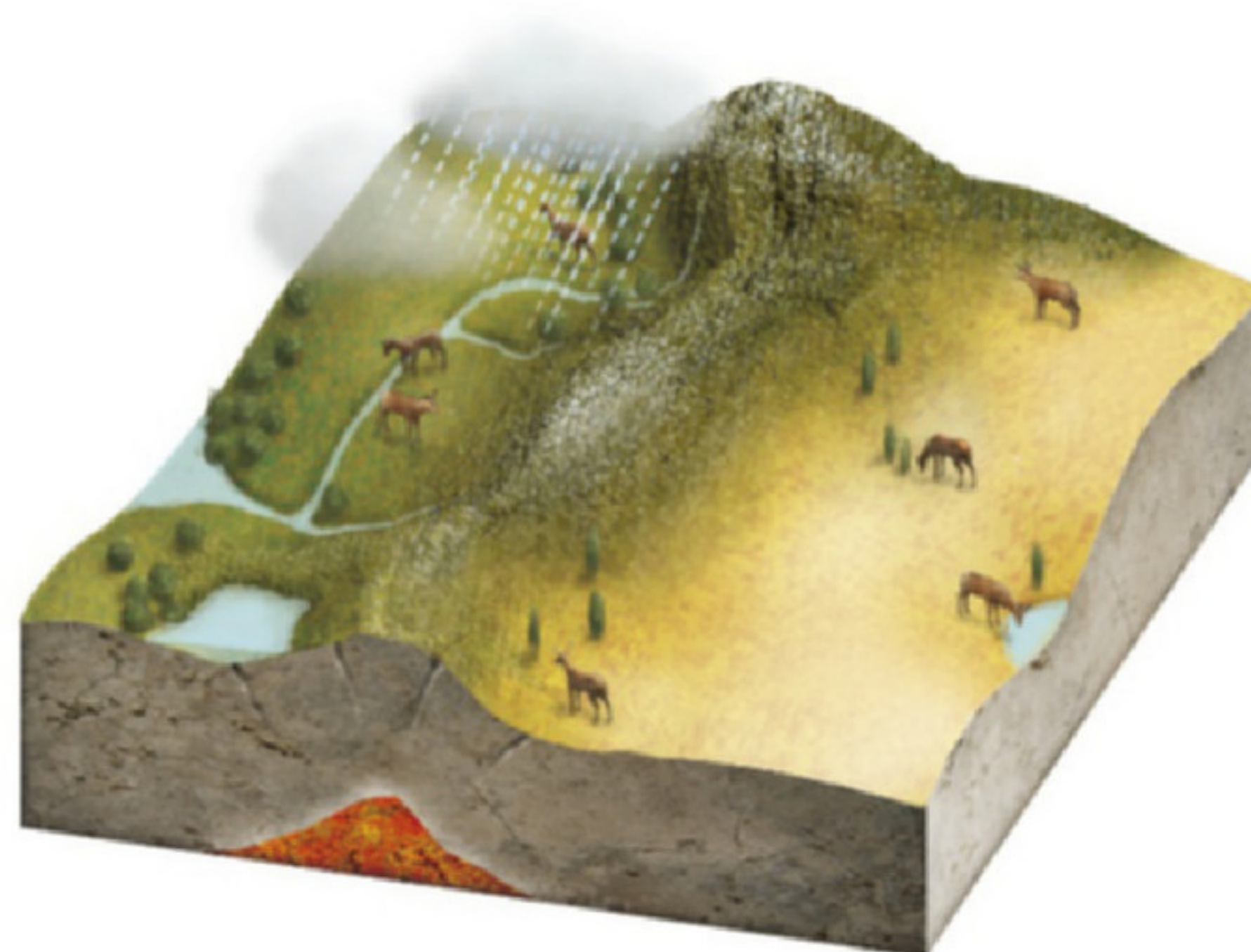
Een nieuwe soort kan ook ontstaan door langdurige scheiding. Individuen die oorspronkelijk tot dezelfde populatie behoorden, zijn dan langdurig van elkaar **geïsoleerd** geraakt. Een groep vogels bijvoorbeeld kan met een storm worden meegevoerd en op een eiland terechtkomen. Of een gebied wordt door een nieuwgevormde bergketen of een rivier in tweeën gesplitst. Ook de aanleg van een snelweg door een natuurgebied kan een populatie in tweeën splitsen. Door isolatie kan een populatie terechtkomen in een gebied met andere milieuomstandigheden. Er treedt dan natuurlijke selectie op. Uiteindelijk kunnen door isolatie twee nieuwe soorten ontstaan uit de oorspronkelijke populatie (zie afbeelding 52).

WB OPDRACHT 72 T/M 79 BLZ. 140

► **Afb. 52** Ontstaan van een nieuwe soort door isolatie (schematisch).



- 1 Een populatie herten leeft in een bepaald gebied.



- 2 Er ontstaat een bergketen, waardoor de populatie in tweeën wordt gesplitst. Aan de ene kant van de bergketen valt veel regen, aan de andere kant ontstaat een droog klimaat.



- 3 Door natuurlijke selectie vindt bij beide populaties aanpassing plaats aan de nieuwe milieuomstandigheden. In de loop van miljoenen jaren verschillen de populaties zo sterk, dat er twee soorten zijn ontstaan.

11 Argumenten voor evolutie

▼ **Afb. 53** Fossielen.



1 versteende afdruk van een organisme



2 versteend organisme

► **Afb. 54** Van gevonden fossielen wordt een reconstructie gemaakt.

Een hagedis met tanden zo groot als vleesmesses. Een vogel die evenveel weegt als zes volwassen mensen bij elkaar. De fossielen van deze dieren ondersteunen de evolutietheorie. Zij laten zien dat op aarde niet altijd dezelfde soorten hebben geleefd. Er zijn nog meer argumenten die de evolutietheorie ondersteunen. In deze basisstof leer je enkele van deze argumenten kennen.

FOSSIELEN

Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 53). Fossielen kunnen ontstaan als resten van organismen snel worden bedekt door lagen klei, zand of steentjes. Bacteriën en schimmels krijgen dan niet de tijd om de resten helemaal af te breken. Na lange tijd kunnen die lagen die we sedimenten noemen, verstenen. Dat kan miljoenen jaren duren.

Van sommige soorten organismen komen fossielen alleen in gesteentelagen van een bepaalde ouderdom voor. Voorbeelden hiervan zijn fossielen van dinosauriërs. In oudere en in jongere gesteentelagen komen deze fossielen niet voor. Blijkbaar hebben sommige soorten organismen alleen in een bepaalde periode geleefd en zijn ze daarna uitgestorven. Uit de fossielen blijkt dat soorten zijn ontstaan, veranderd en/of weer zijn verdwenen in de geschiedenis van de aarde.

Er worden vaak alleen delen van een organisme teruggevonden als fossiel. Van de aapmens 'Lucy' werden bijvoorbeeld delen van het skelet gevonden (zie afbeelding 54). Van deze delen werd een reconstructie gemaakt. Deze reconstructie geeft een voorstelling hoe 'Lucy' eruit heeft gezien.



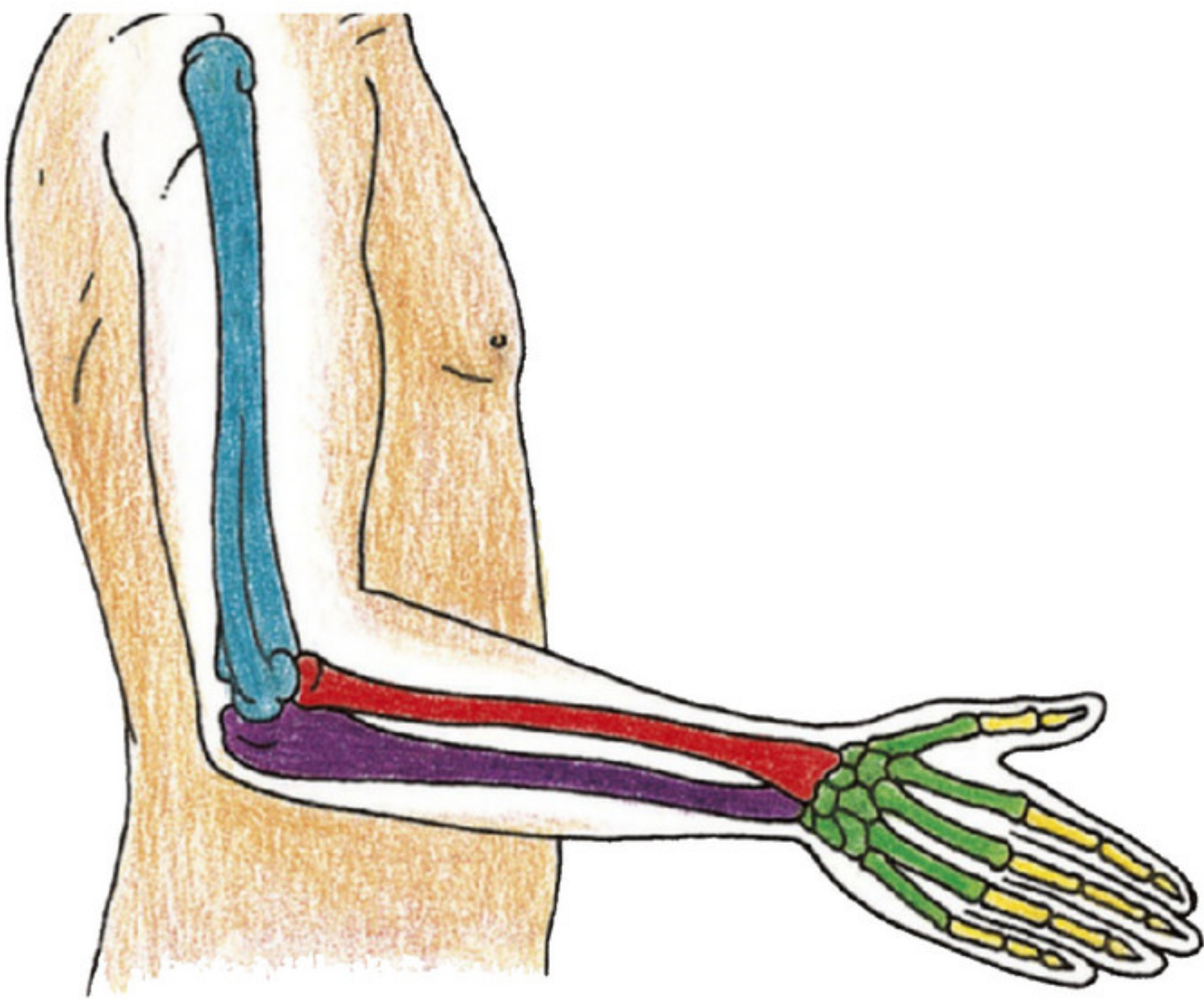
1 fossielen (3,2 miljoen jaar oud) van de aapmens 'Lucy', gevonden in 1972 in Ethiopië



2 reconstructie van het skelet van 'Lucy'

OVEREENKOMST IN BOUW

De vleugel van een arend en de voorpoot van een mol hebben een verschillende functie. Dat geldt bijvoorbeeld ook voor de voorvin van een walrus en de arm van een mens. In afbeelding 55 zie je de skeletten van deze organen. De vergelijkbare beenderen hebben dezelfde kleur. Je ziet dat deze ledematen een grote **overeenkomst in bouw** vertonen. Ze zijn uit dezelfde grondvorm ontstaan. Deze verschillende diersoorten hebben dus waarschijnlijk een gemeenschappelijke voorouder gehad. Door aanpassing aan verschillende milieus hebben de ledematen een verschillende functie gekregen.

▼ **Afb. 55** Armskeletten.

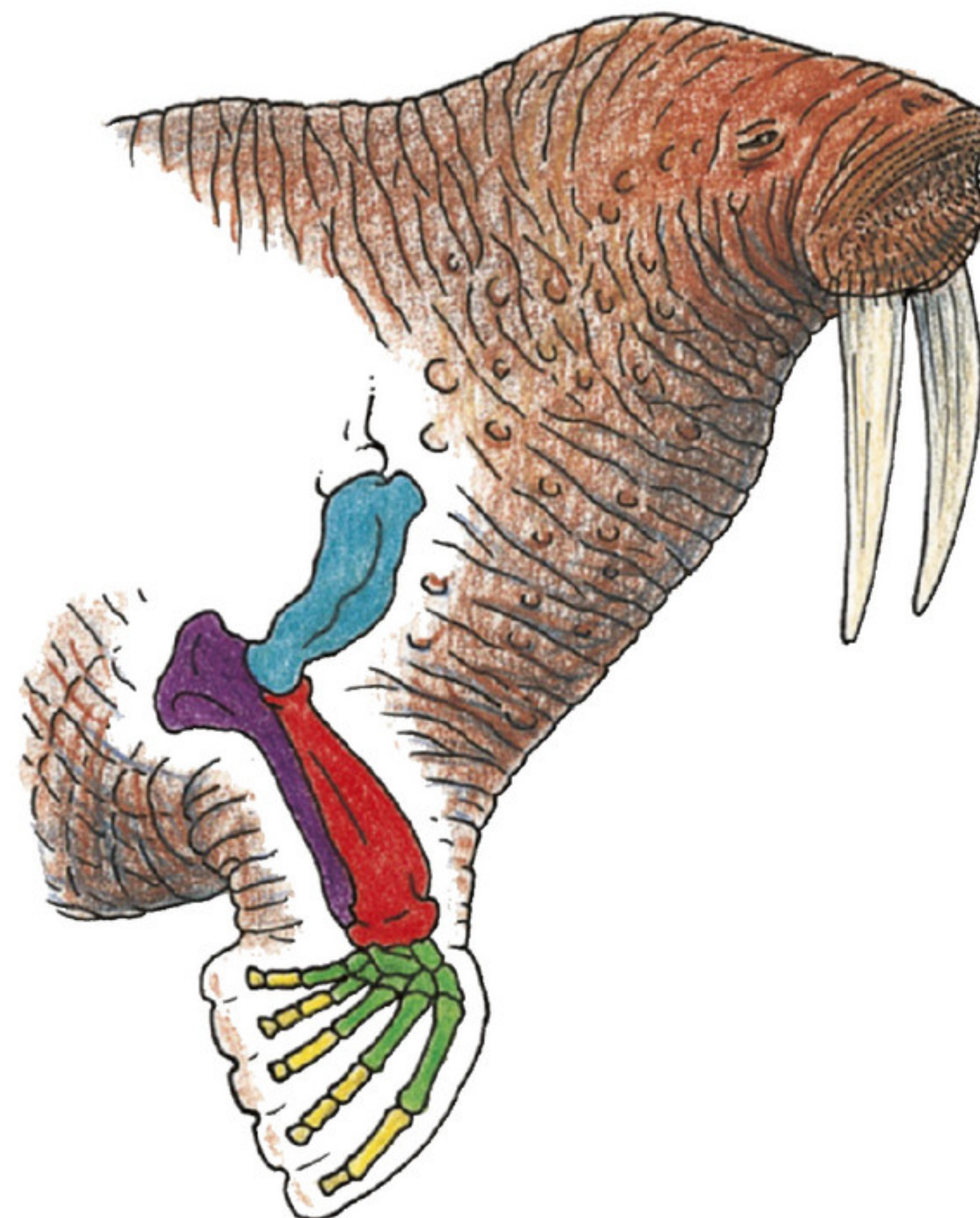
1 arm van een mens



2 voorpoot van een mol



3 vleugel van een arend



4 voorvin van een walrus

▼ **Afb. 56** Organen met een overeenkomst in de functie.



1 een vlinder met vleugels

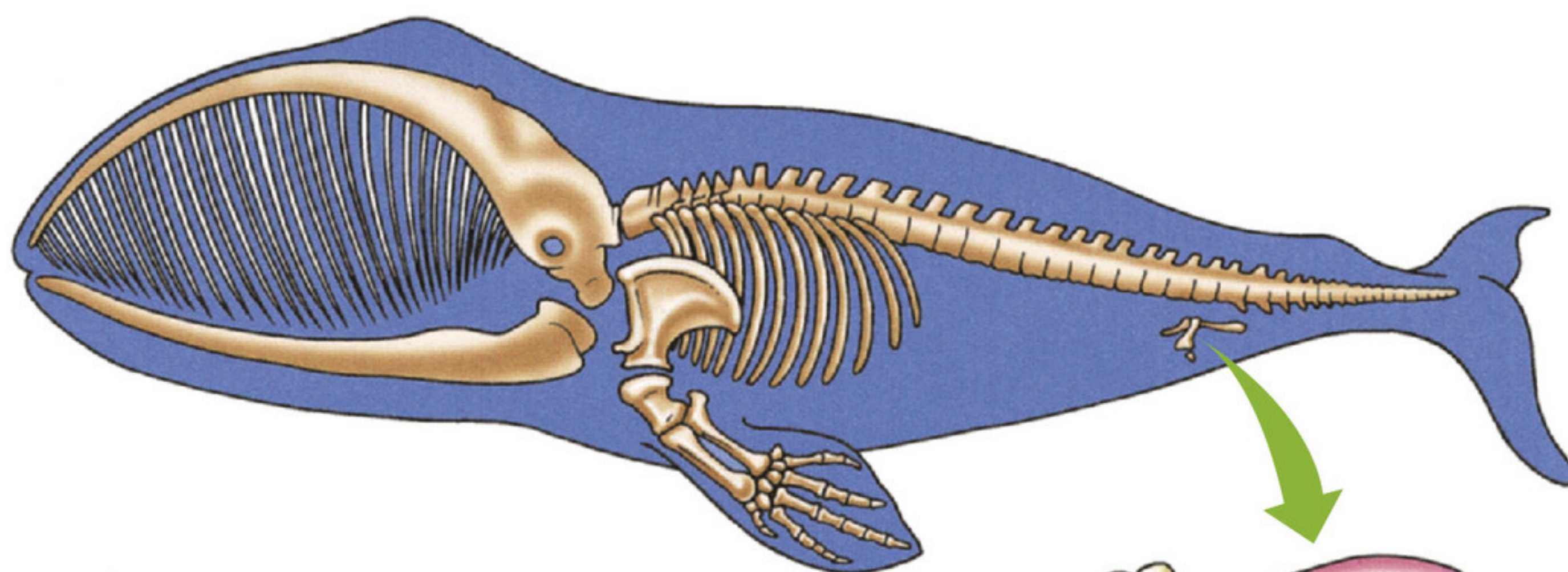


2 een vleermuis met vleugels

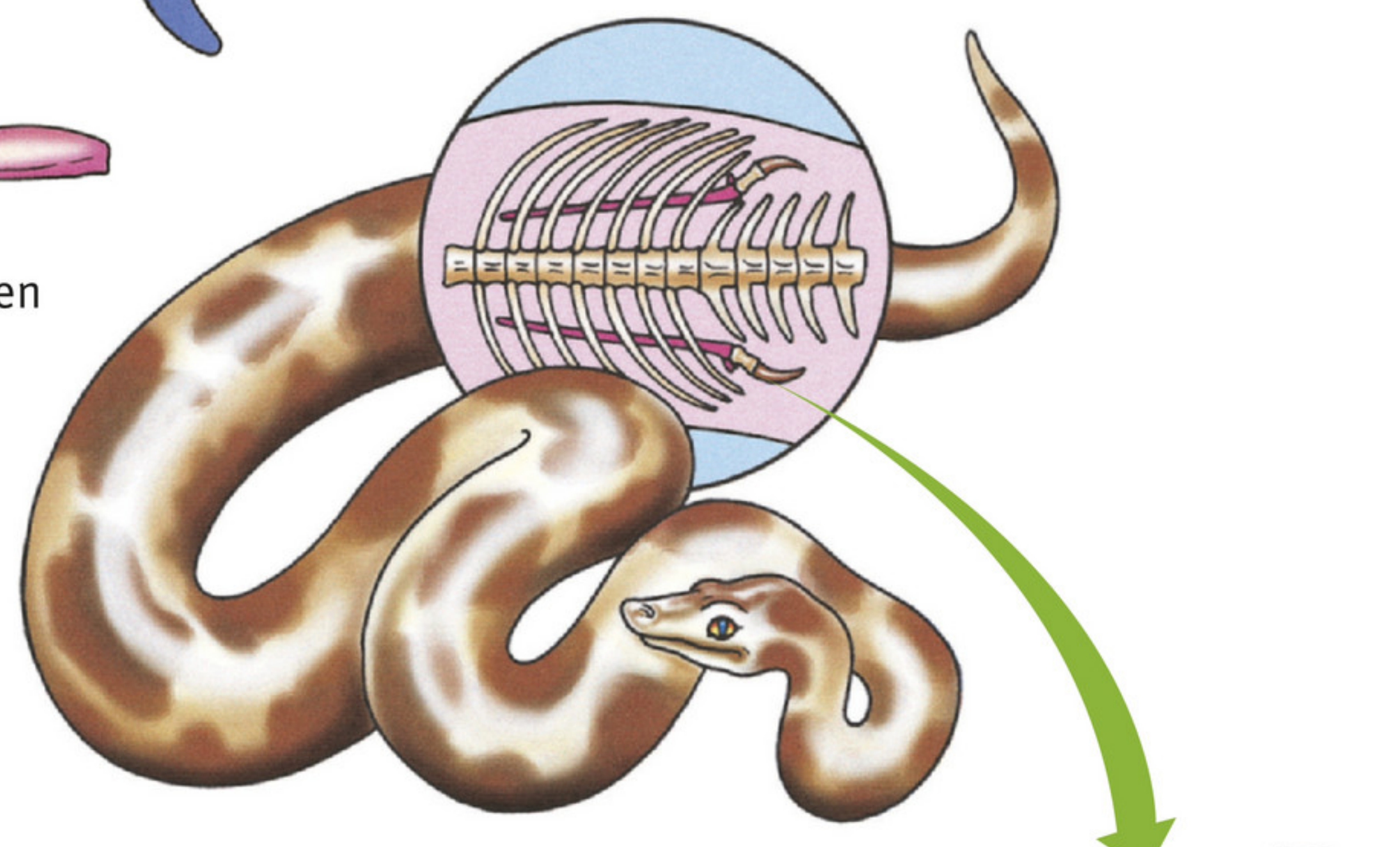
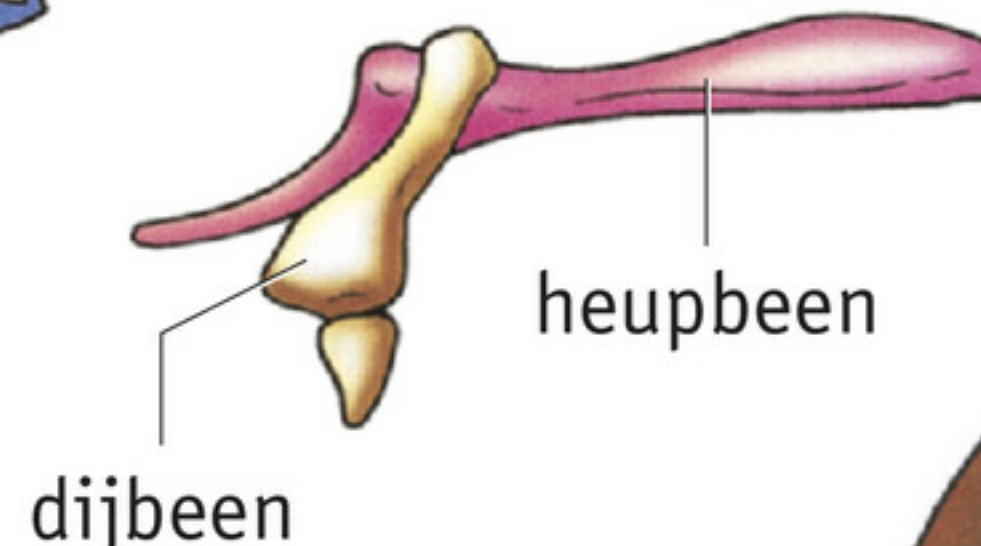
RUDIMENTAIRE ORGANEN

Een slang heeft geen poten. Toch hebben sommige reuzenslangen nog 'resten' van poten in hun skelet. De python heeft dat bijvoorbeeld. Ook een walvis heeft geen achterpoten, maar wel resten daarvan (zie afbeelding 57). Door aanpassing aan het milieu kunnen bepaalde organen hun functie verliezen. Deze organen kunnen dan in de loop van de evolutie verdwijnen. Soms zijn nog resten van deze organen bij een organisme terug te vinden. We noemen ze rudimentaire organen.

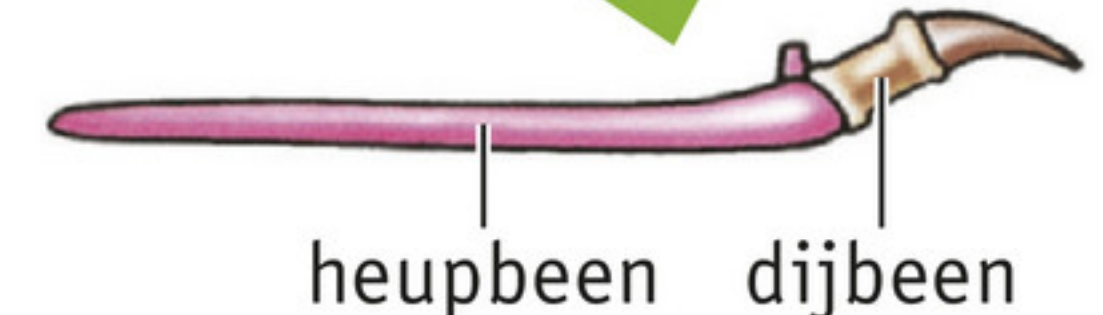
▼ **Afb. 57** Rudimentaire organen.



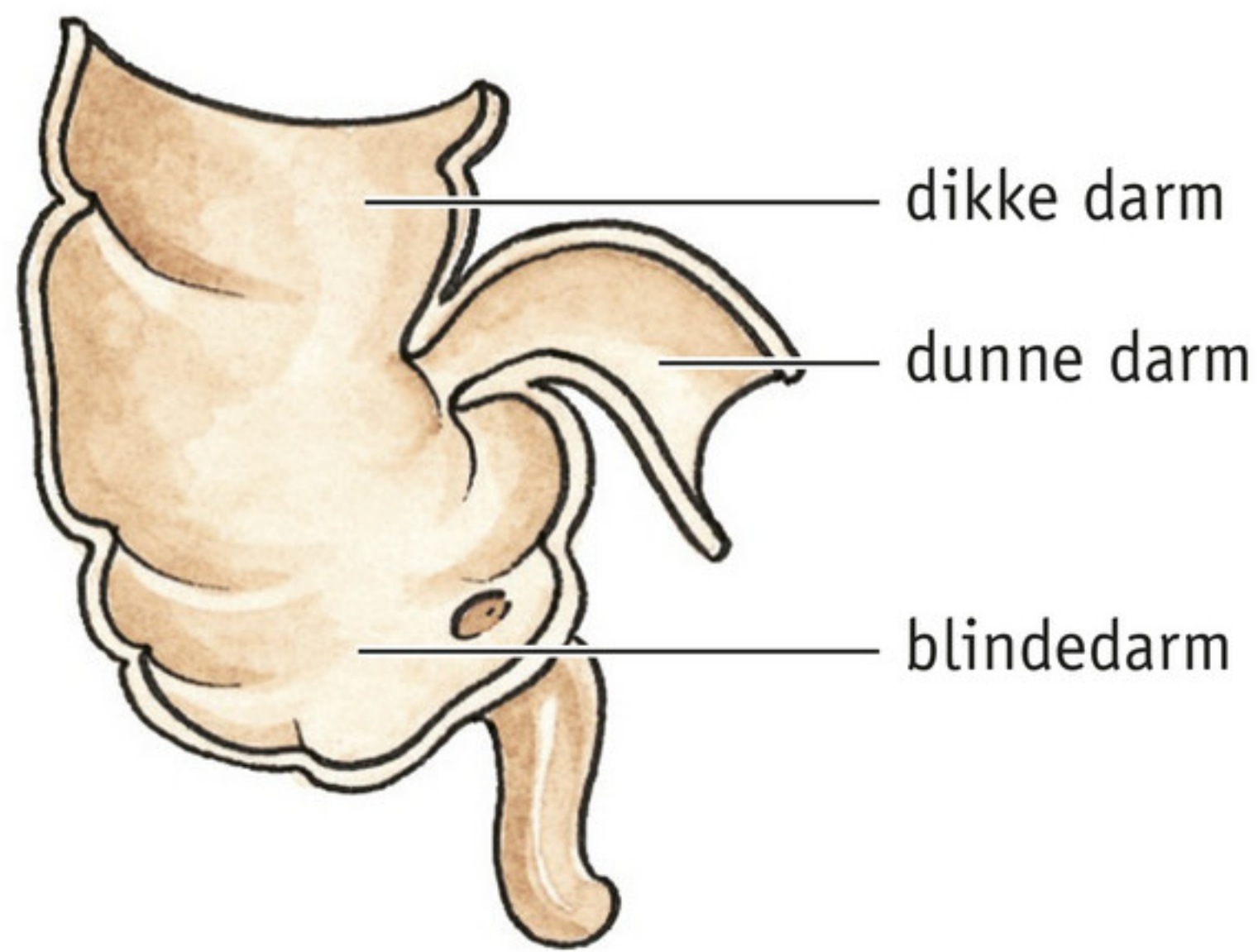
1 walvis met rudimentaire poten



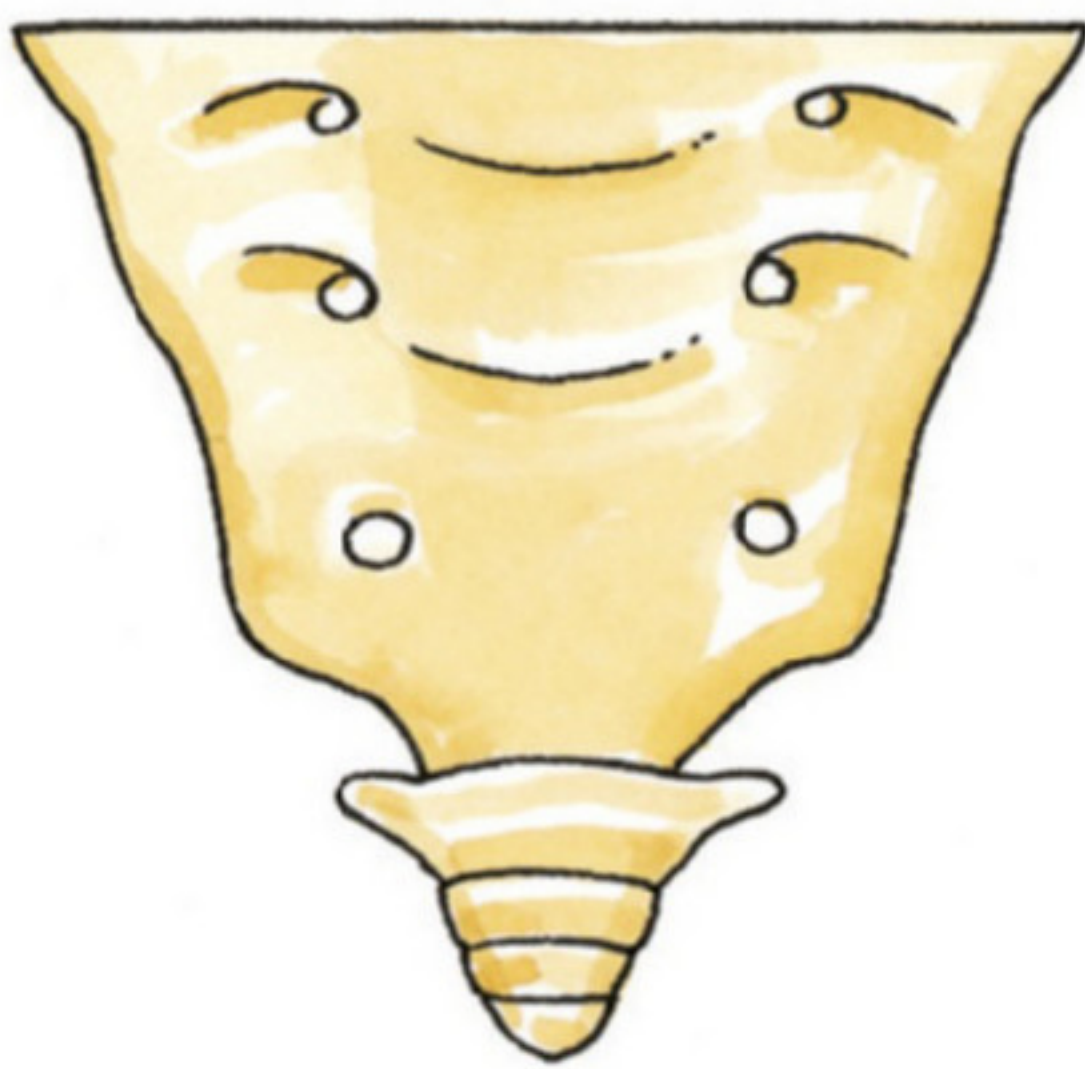
2 python met rudimentaire poten



▼ **Afb. 58** Rudimentaire organen bij de mens.



1 blindedarm



2 staartwervels

Rudimentaire organen zijn organen die geen functie meer hebben. Ze komen nauwelijks tot ontwikkeling. Bij verwante soorten komen deze organen wel tot volledige ontwikkeling.

Bij de mens is de blindedarm rudimentair (zie afbeelding 58). Bij veel plantenetende zoogdieren is de blindedarm veel langer. De blindedarm heeft bij deze dieren een functie bij de vertering van plantaardig voedsel. Bij de mens heeft de blindedarm deze functie niet meer. Ook de staartwervels zijn bij de mens rudimentair.

Rudimentaire organen maken het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

ANDERE OVEREENKOMSTEN

Niet alleen organen en ledematen vertonen overeenkomst in hun bouw. In thema 1 Organen en cellen heb je geleerd dat de **cellen** van alle dieren dezelfde celonderdelen bevatten. Alle dieren zijn dan ook aan elkaar verwant.

In cellen vinden **processen** plaats zoals celdeling en verbranding. Bij vrijwel alle organismen verlopen deze processen op dezelfde manier. Ook deze overeenkomst is een argument voor de evolutietheorie.

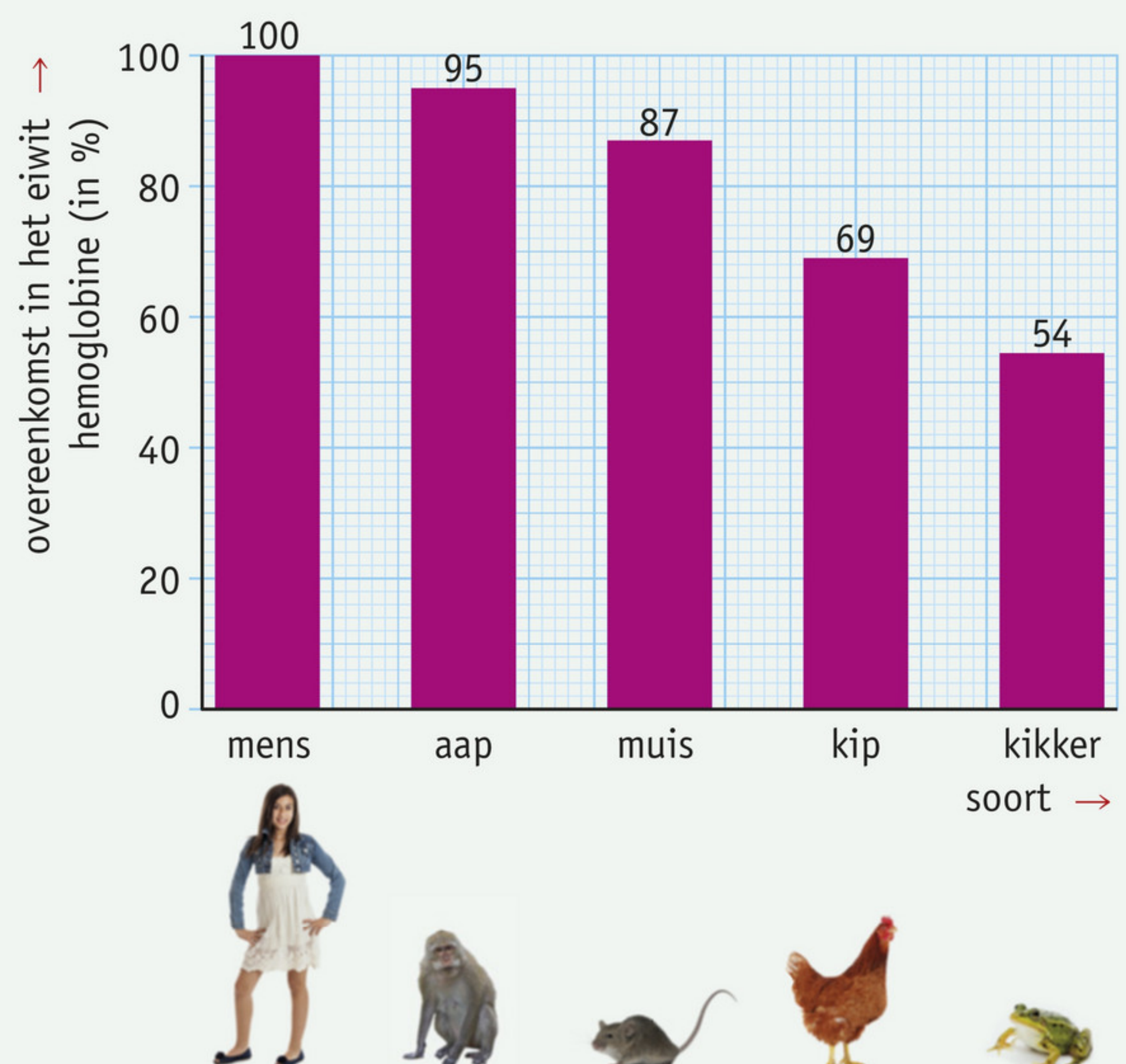
De laatste jaren kan men steeds nauwkeuriger de **samenstelling van stoffen** bij organismen bepalen. Zo heeft men bijvoorbeeld de samenstelling van het **DNA** en van sommige **eiwitten** bij verschillende soorten organismen onderzocht (zie afbeelding 59). Ze hebben gekeken hoeveel deze stoffen bij twee soorten organismen overeenkomen. Dat maakt het waarschijnlijker dat deze soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.

WB OPDRACHT 80 T/M 87 BLZ. 145

▼ **Afb. 59**

Hemoglobine

Je lijkt voor maar liefst 95% op een resusaap en 87% op een muis. Zelfs met een kip en een kikker heb je meer dan 50% overeenkomst. Tenminste, als we kijken naar het eiwit hemoglobine. Hemoglobine zorgt voor de rode kleur van rode bloedcellen. Hemoglobine komt voor in veel verschillende diersoorten. In het diagram zie je in welke mate hemoglobine van enkele soorten organismen overeenkomt met hemoglobine van de mens. De overeenkomst tussen de mens en de aap is het grootst. Het is dus aannemelijk dat de mens nauwer verwant is aan een aap dan aan een muis, kip of kikker. Om daar meer zekerheid over te krijgen, moeten ook andere stoffen op hun samenstelling worden onderzocht.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt omschrijven wat een genotype, wat een fenotype en wat een gen is.

- Genotype: de informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
 - Deze informatie ligt in de chromosomen in de kern van elke lichaamscel.
 - Het genotype bestaat uit alle genen die in een celkern aanwezig zijn.
- Fenotype: het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme.
 - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.
- Gen: een deel van een chromosoom met informatie voor één erfelijke eigenschap.
 - Een chromosoom bevat veel genen.
 - In lichaamscellen komen chromosomen in paren voor.
 - In lichaamscellen komen genen in paren voor.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt beschrijven hoe individuen informatie over erfelijke eigenschappen overdragen aan hun nakomelingen en welke rol chromosomen hierbij spelen.

- Het genotype van een organisme wordt bepaald op het moment van bevruchting.
 - Eicellen en zaadcellen ontstaan door reductiedeling.
 - In geslachtscellen komen chromosomen enkelvoudig voor.
 - In geslachtscellen komen genen enkelvoudig voor.
 - Bij de bevruchting vormen de chromosomen uit de zaadcel en de chromosomen uit de eicel weer chromosomenparen.
 - In een bevruchte eicel komen genen in paren voor.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt beschrijven hoe de geslachtschromosomen het geslacht van een mens bepalen.

- Bij de mens komen in een lichaamscel 23 paar chromosomen voor:
 - 22 paar 'gewone' chromosomen;
 - 1 paar geslachtschromosomen.
- Bij de mens komen in een geslachtscel 23 chromosomen voor:
 - 22 'gewone' chromosomen;
 - 1 geslachtschromosoom.

- De geslachtschromosomen bepalen of iemand een man of een vrouw is.
 - Ook beïnvloeden ze de gehalten aan mannelijke en vrouwelijke geslachtshormonen in het bloed.
- Bij een man (♂):
 - in een lichaamscel twee ongelijke geslachtschromosomen (XY);
 - in een zaadcel een X-chromosoom of een Y-chromosoom.
- Bij een vrouw (♀):
 - in een lichaamscel twee gelijke geslachtschromosomen (XX);
 - in een eicel een X-chromosoom.
- Het geslacht van een mens wordt bepaald op het moment van bevruchting. De zaadcel bepaalt het geslacht:
 - een meisje ontstaat als een eicel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een X-chromosoom;
 - een jongen ontstaat als een eicel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een Y-chromosoom.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen.

- Homozygoot: het genenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke genen.
- Heterozygoot: het genenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke genen.
- Dominant gen: een gen dat altijd tot uiting komt in het uiterlijk.
 - Een dominant gen wordt aangegeven met een hoofdletter.
 - Organismen waarbij een dominant gen tot uiting komt in het uiterlijk, kunnen homozygoot of heterozygoot zijn voor deze eigenschap.
- Recessief gen: een gen dat alleen tot uiting komt in het uiterlijk als er geen dominant gen aanwezig is.
 - Een recessief gen wordt aangegeven met een kleine letter.
 - Organismen waarbij een recessief gen tot uiting komt in het fenotype, zijn homozygoot voor deze eigenschap.
- Wanneer geen van beide genen van een ongelijk genenpaar recessief is, heeft het organisme een intermediair fenotype voor deze eigenschap. Beide genen van het genenpaar komen dan even sterk tot uiting in het fenotype.

- Een homozygoot organisme wordt dan bijv. weergegeven als $A_r A_r$ = rood of $A_w A_w$ = wit. Een heterozygoot organisme wordt dan weergegeven als $A_r A_w$ = roze.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Je kunt een kruisingsschema opstellen.

- In een kruisingsschema worden de generaties aangegeven met letters.
 - P: de ouders;
 - F_1 : de eerste generatie nakomelingen;
 - F_2 : de generatie nakomelingen die ontstaat door onderling voortplanten van F_1 -individuen.
- Het opstellen van een kruisingsschema.
 - Geef de genotypen van de ouders in een kruising weer.
 - Stel vast welke genen de geslachtscellen van beide ouders kunnen bevatten.
 - Ga na welke mogelijkheden er bestaan voor de versmelting van een eicelkern en een zaadcelkern.

- Kruisingsschema (bij dominante en recessieve genen):

- P $AA \times aa$
- geslachtscellen A a
- F_1 Aa
- geslachtscellen Aa $\times$ Aa
- F_2 A of a A of a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

- Verhouding van genotypen in de F_2 : $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$.
- Verhouding van fenotypen in de F_2 : fenotype waarbij het dominante gen tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve gen tot uiting komt = 3 : 1.
- Kruisingsschema wanneer beide genen van een genenpaar even sterk tot uiting komen in het fenotype:

- P $A_r A_r \times A_w A_w$
- geslachtscellen $A_r A_w$
- F_1 $A_r A_w \times A_r A_w$
- geslachtscellen A_r of A_w A_r of A_w
- F_2

	A_r	A_w
A_r	$A_r A_r$	$A_r A_w$
A_w	$A_r A_w$	$A_w A_w$

- Verhouding van genotypen in de F_2 : $A_r A_r : A_r A_w : A_w A_w = 1 : 2 : 1$.
- Verhouding van fenotypen in de F_2 , bijv. $A_r A_r$ = rood, $A_r A_w$ = roze, $A_w A_w$ = wit: rood : roze : wit = 1 : 2 : 1.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

- P: $Aa \times aa$.
 - Verhouding van genotypen in de F_1 : $Aa : aa = 1 : 1$.
 - Verhouding van fenotypen in de F_1 : fenotype waarbij het dominante gen tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve gen tot uiting komt = 1 : 1.
- P: $Aa \times Aa$.
 - Verhouding van genotypen in de F_1 : $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$.
 - Verhouding van fenotypen in de F_1 : fenotype waarbij het dominante gen tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve gen tot uiting komt = 3 : 1.
- P: $A_r A_w \times A_w A_w$.
 - Verhouding van genotypen in de F_1 : $A_r A_w : A_w A_w = 1 : 1$.
 - Verhouding van fenotypen in de F_1 : fenotype waarbij beide genen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de genen tot uiting komt = 1 : 1.
- P: $A_r A_w \times A_r A_w$.
 - Verhouding van genotypen in de F_1 : $A_r A_r : A_r A_w : A_w A_w = 1 : 2 : 1$.
 - Verhouding van fenotypen in de F_1 : fenotype waarbij beide genen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de genen tot uiting komt = 1 : 1.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Je kunt uit een gegeven stamboom afleiden welke genotypen de individuen hebben, welk gen dominant is en welk gen recessief.

- Als twee ouders met gelijk fenotype een nakomeling krijgen met een afwijkend fenotype, zijn beide ouders heterozygoot voor deze eigenschap (Aa).
 - De nakomeling is dan homozygoot recessief voor deze eigenschap (aa).

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

Je kunt beschrijven wat geslachtelijke voortplanting, wat ongeslachtelijke voortplanting en wat veredeling is.

- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen.
 - Hierbij hebben de dochtercellen veel verschillende genotypen.
 - Welke geslachtscellen bij bevruchting versmelten, is afhankelijk van het toeval. Hierdoor ontstaan telkens nieuwe genotypen.
 - Bij geslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomeling(en) verschillend van dat van de ouder(s).
- Bij ongeslachtelijke voortplanting groeit een deel van een individu uit tot een nieuw individu.
 - Voorbeelden van ongeslachtelijke voortplanting zijn: stekken (bij kamerplanten), knollen (bij aardappelen), weefselkweek.
 - Groei vindt plaats door gewone celdeling. Hierbij hebben de dochtercellen hetzelfde genotype als de moedercel.
 - Bij ongeslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomeling(en) gelijk aan dat van de ouder(s).
- Veredeling: door kruisingen en kunstmatige selectie probeert men een combinatie van gunstige eigenschappen in één nakomeling te krijgen.
 - Kunstmatige selectie: van de nakomelingen worden alleen de individuen met de meest gunstige erfelijke eigenschappen gebruikt voor verdere kruisingen.
 - Bij landbouwgewassen wordt na de veredeling meestal alleen nog ongeslachtelijke voortplanting toegepast.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 7

Je kunt omschrijven wat een mutatie is.

- Mutatie: een plotselinge verandering van het genotype.
 - Mutant: een individu van wie een gemuteerd gen tot uiting komt in het fenotype.
- Als een mutatie in een lichaamscel optreedt, heeft dit meestal geen gevolgen.
 - Het genotype van de andere lichaamscellen blijft ongewijzigd.
 - Gemuteerde recessieve genen komen niet tot uiting in het fenotype.

- Als een mutatie in een geslachtscel optreedt, kan dit wel een grote uitwerking hebben.
 - Deze geslachtscel moet dan betrokken zijn bij bevruchting. Elke lichaamscel van de nakomeling bevat dan het gemuteerde gen.
- Mutagene invloeden verhogen de frequentie waarmee mutaties plaatsvinden:
 - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling in zonlicht);
 - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest).

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 8

Je kunt situaties noemen waarin het verstandig is genetisch advies in te winnen. Je kunt ook methoden van prenataal onderzoek beschrijven.

- Genetisch advies: een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of afwijking.
 - Man en vrouw kunnen daarna beslissen over een eventuele zwangerschap.
- Een genetisch advies vragen is verstandig voor iemand die tot een risicogroep behoort, bijv. als:
 - er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt;
 - een vrouw al enkele keren een miskraam heeft gehad.
- Prenataal onderzoek: vóór de geboorte wordt onderzocht of een kind een ziekte of afwijking heeft.
 - Echoscopie: door middel van onhoorbaar geluid wordt het embryo zichtbaar gemaakt op een scherm.
 - Vlokkentest: er wordt wat weefsel uit de placenta gehaald. Van cellen van het embryo worden de chromosomen onderzocht.
 - Vruchtwaterpunctie: er wordt wat vruchtwater met cellen van de foetus uit de baarmoeder gehaald. Hiervan worden de chromosomen onderzocht.
- Bij een ernstige ziekte of afwijking kunnen de ouders abortus overwegen.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 9

Je kunt voorbeelden van toepassingen van biotechnologie noemen.

- Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
 - Biotechnologie wordt toegepast bij de productie van voedingsmiddelen, geneesmiddelen en hormonen.

- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere organismen.
 - Genetische modificatie vindt plaats door recombinant-DNA-technieken. Daarbij wordt in het DNA van een organisme nieuwe erfelijke informatie aangebracht (bijv. DNA afkomstig van een ander soort organisme).
 - Genetisch gemodificeerde organismen worden transgeen genoemd.
 - De veranderde organismen kunnen voor de mens nieuwe of goedkopere voedingsmiddelen, geneesmiddelen of hormonen produceren. Voorbeeld: bacteriën produceren het hormoon insuline, doordat het gen van de mens voor de productie van insuline in deze bacteriën is ingebracht.
- Het oplossen en bestrijden van misdaden door DNA-onderzoek.
 - Elke mens heeft zijn eigen, unieke DNA.
 - Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloed worden aangetroffen, wordt het DNA hieruit onderzocht.
 - Dit DNA wordt vergeleken met het DNA van verdachte personen.

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 10

Je kunt beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt. Je kunt toelichten welke rol geslachtelijke voortplanting, mutatie en natuurlijke selectie spelen bij het ontstaan van nieuwe rassen en soorten.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
- In een populatie treffen we voortdurend andere genotypen en fenotypen aan.
 - Door mutaties en geslachtelijke voortplanting ontstaan voortdurend andere genotypen en fenotypen.
- Natuurlijke selectie: individuen met bepaalde gunstige erfelijke eigenschappen zijn beter aangepast aan hun milieu. Daardoor krijgen ze meer nakomelingen dan individuen zonder deze erfelijke eigenschappen.
 - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans. Voorbeeld: dieren met een schutkleur worden minder snel opgemerkt door roofdieren dan dieren met een opvallende kleur.
 - Van individuen met een gunstig genotype zullen meer nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten dan van individuen met een ongunstig genotype.

- Een soort evolueert (verandert) als door natuurlijke selectie een groep mutanten blijft voortbestaan en de overhand krijgt. De oorspronkelijke vorm kan daarbij uitsterven.
 - Voorbeeld: als het milieu verandert, kan een andere vachtkleur de beste schutkleur blijken te zijn.
- Een nieuwe soort kan ontstaan als individuen die oorspronkelijk tot dezelfde populatie behoorden, zich niet meer met elkaar voortplanten.
 - Voorbeeld: een deel van een populatie kan langdurig geïsoleerd (gescheiden) raken van de rest van de populatie. Dit deel vormt een nieuwe populatie.
 - Beide populaties ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
 - Na verloop van lange tijd zijn er zoveel verschillen ontstaan dat individuen van de twee populaties zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 11

Je kunt omschrijven wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen of afdrucken van organismen in gesteenten.
 - Fossielen van sommige soorten organismen komen alleen in gesteentelagen van een bepaalde ouderdom voor (bijv. fossielen van dinosauriërs).
 - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

DOELSTELLING 14

BASISSTOF 11

Je kunt omschrijven wat overeenkomsten tussen verschillende soorten organismen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie. Je kunt toelichten dat overeenkomsten in de bouw van organen, de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in cellen duiden op verwantschap.

- Overeenkomst in de bouw van organen.
 - Organen of ledematen met een verschillende functie kunnen veel overeenkomst in bouw vertonen. Voorbeelden: de vleugel van een vogel, de voorvin van een walrus, de voorpoot van een mol en de arm van een mens.
 - Deze organen of ledematen zijn waarschijnlijk uit dezelfde grondvorm ontstaan. De organismen hebben een gemeenschappelijke voorouder gehad. Door aanpassing aan het milieu zijn de verschillen ontstaan.

- Overeenkomst in de functie van organen en/of ledematen.
 - Organen of ledematen met eenzelfde functie kunnen weinig overeenkomst in bouw vertonen. Voorbeelden: de vleugel van een vogel en de vleugel van een vlinder.
 - Deze organen of ledematen zijn waarschijnlijk niet uit dezelfde grondvorm ontstaan. De organismen zijn dus niet nauw verwant aan elkaar. Door aanpassing aan het milieu zijn vleugels meerdere malen tijdens de evolutie ontstaan.
- Rudimentaire organen: onderdelen die geen functie meer hebben en nauwelijks tot ontwikkeling komen.
 - Voorbeelden: het bekken bij een walvis, de pootresten bij reuzenslangen, de staartwervels en de blindedarm bij de mens. Bij verwante soorten komen deze onderdelen wel tot volledige ontwikkeling.
 - Door rudimentaire organen wordt het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.
- Overeenkomst in de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in de cellen.
 - De cellen van alle dieren hebben dezelfde celonderdelen.
 - Cellen van verschillende organismen vertonen overeenkomsten in processen (bijv.: celdeling en verbranding verlopen bij vrijwel alle organismen op dezelfde manier).
 - Cellen van verschillende organismen tonen overeenkomsten in de samenstelling van stoffen (bijv.: DNA en eiwitten).

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geleerd chromosomen en genen in een cel schematisch weer te geven.
- Je hebt geoefend in het maken en aflezen van diagrammen en grafieken.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en brochures.
- Je hebt geleerd beslissingsmogelijkheden te bepalen bij erfelijke ziekten.
- Je hebt geoefend in het aflezen van een geologische tijdschaal.
- Je hebt geoefend in het innemen en verdedigen van een eigen standpunt.
- Je hebt geoefend in het aflezen en maken van een cirkeldiagram.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

Niet iedereen wordt even lang (zie afbeelding 60). Hoe lang je wordt, hangt ook af van je erfelijke aanleg.

- 1 Alleen het genotype bepaalt de lichaamslengte.

▼ **Afb. 60** Verschillende lengtes.



De volgende gegevens horen bij bewering 2 en 3. Bij de ziekte astma zijn de luchtwegen vernauwd. Dat komt onder andere doordat spiercellen in de wand van de luchtwegen zich samentrekken. Astma is mede erfelijk bepaald.

- 2 Bij iemand die aan astma lijdt, bevindt het erfelijke materiaal voor astma zich *alleen* in de spiercellen van de luchtwegen.
- 3 Bij iemand die aan astma lijdt, bevindt het erfelijke materiaal voor astma zich in *alle* chromosomen van de spiercellen van de luchtwegen.

De volgende gegevens horen bij bewering 4 en 5.

In afbeelding 61.1 zie je de larve van een dennensnuitkever. In afbeelding 61.2 zie je hetzelfde dier, een paar maanden later. De larve is een volwassen dier geworden.

- 4 De larve en het volwassen dier hebben hetzelfde fenotype.
- 5 De larve en het volwassen dier hebben hetzelfde genotype.

▼ **Afb. 61** Dennensnuitkever.



1 larve



2 volwassen kever

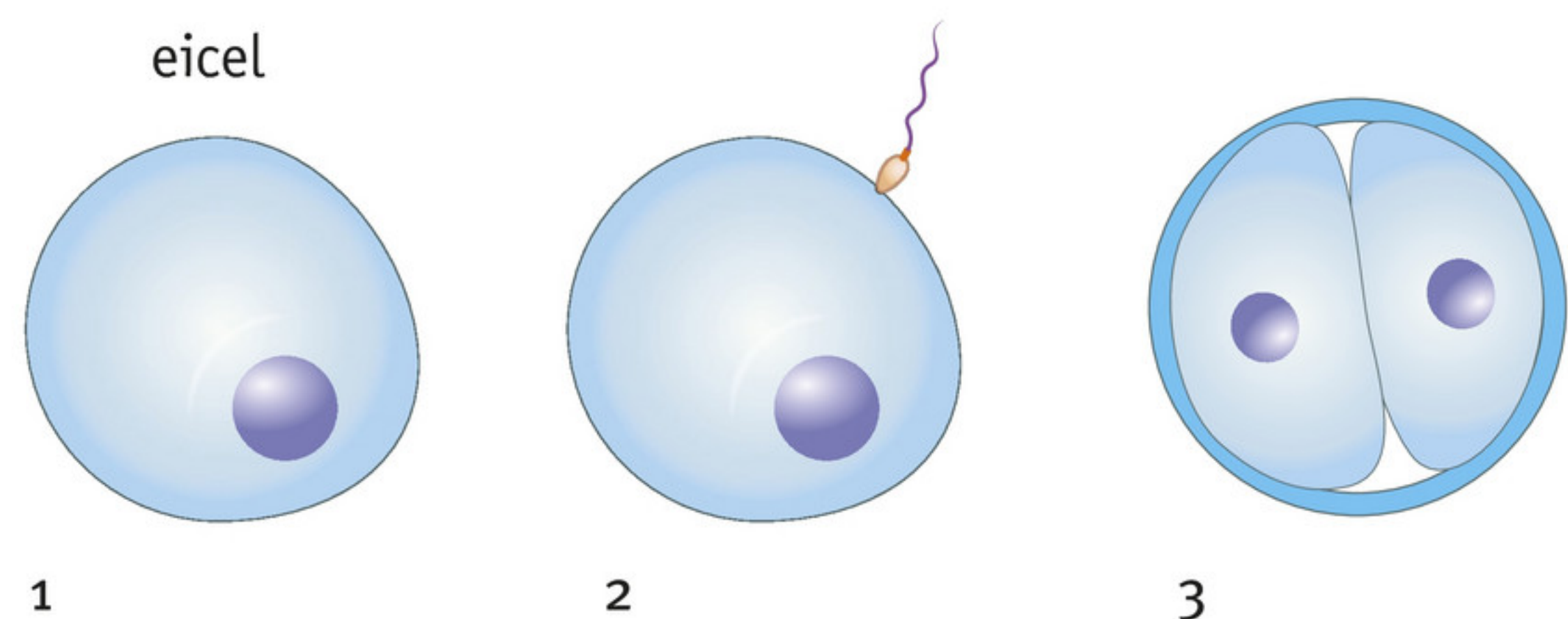
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In de celkern van een lichaamscel van een cavia komen 64 chromosomen voor. In afbeelding 62 zie je drie stadia van een eikel tijdens zijn ontwikkeling tot embryo. In welk stadium bevat de celkern 64 chromosomen?
- A In stadium 1.
- B In stadium 2.
- C In stadium 3.

▼ **Afb. 62** Een eikel tijdens zijn ontwikkeling tot embryo.

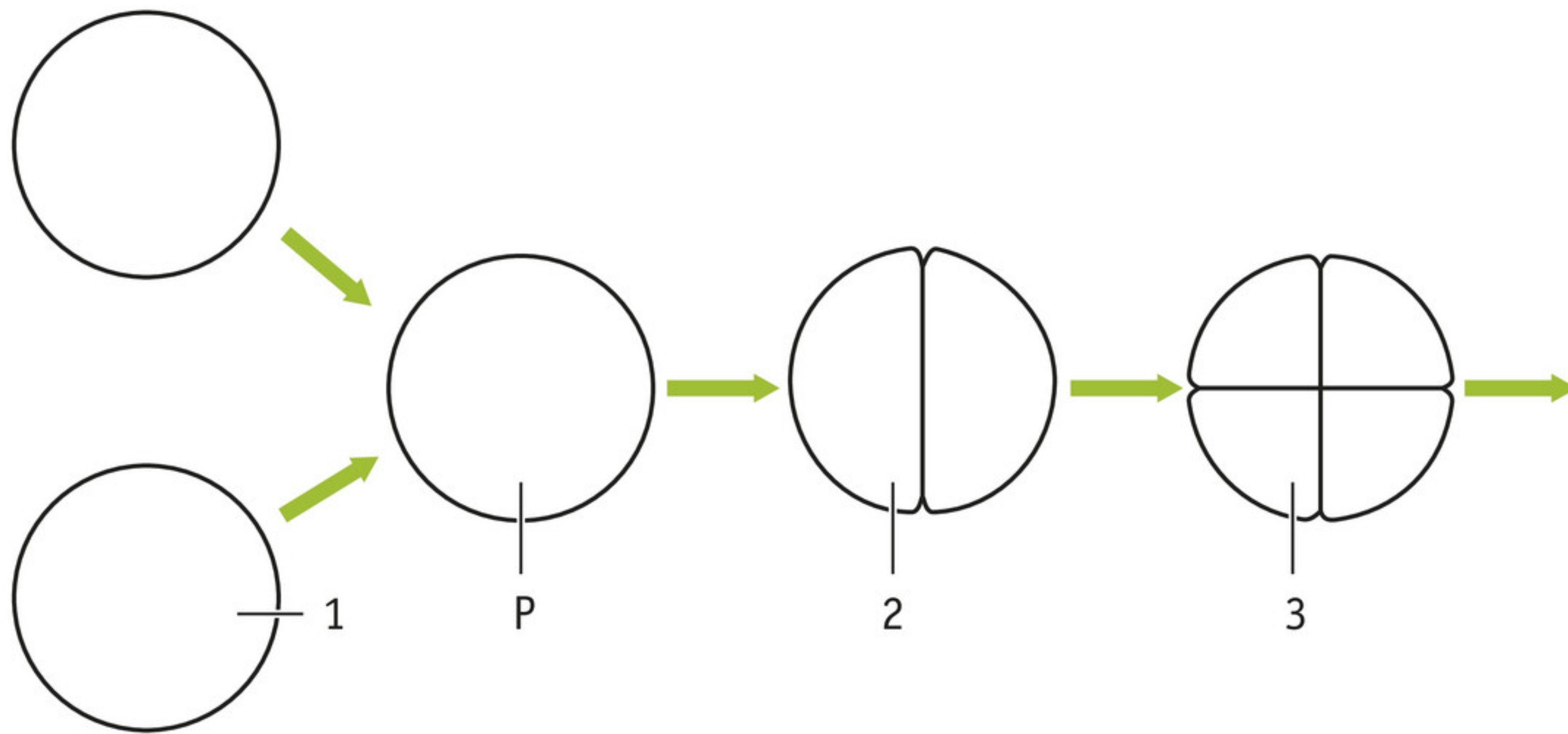


1

2

3

▼ **Afb. 63** Bevruchting en celdeling bij een muis.



2 In afbeelding 63 zie je de bevruchting en enkele celdelingen bij een muis. De kern van cel P bevat 40 chromosomen.

Hoeveel chromosomen bevat de kern van cel 1?

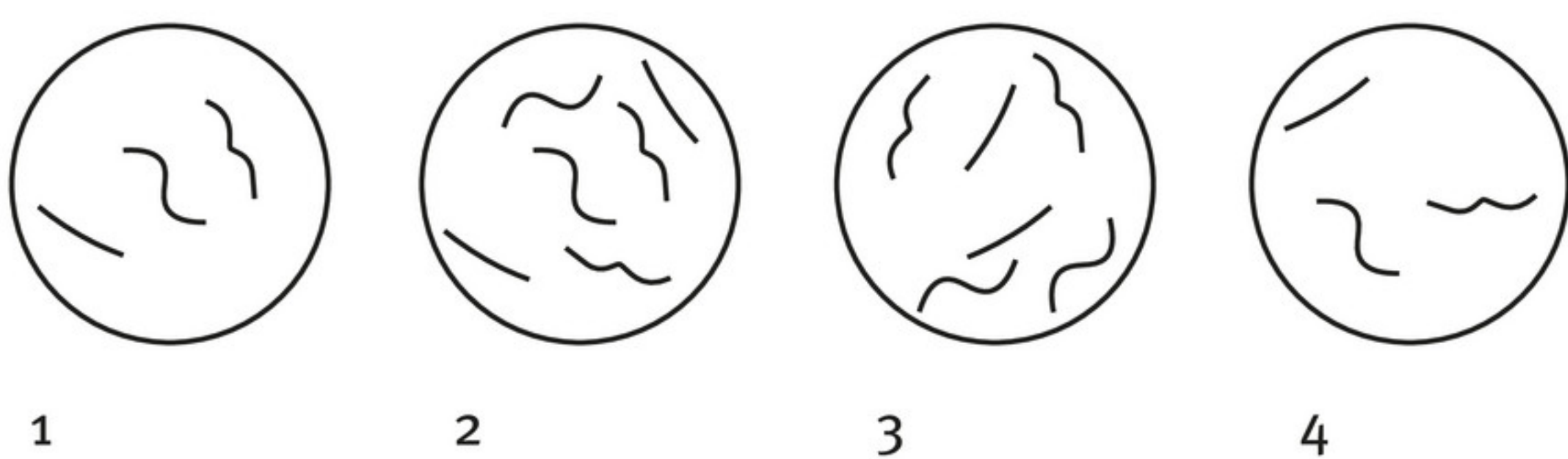
- A 20 chromosomen.
- B 40 chromosomen.
- C 80 chromosomen.

In afbeelding 64 zie je vier cellen waarin de chromosomen schematisch zijn weergegeven. Deze cellen zijn afkomstig uit de geslachtsorganen van twee dieren van dezelfde soort.

3 Welke cellen kunnen bij de bevruchting versmelten?

- A De cellen 1 en 3.
- B De cellen 1 en 4.
- C De cellen 2 en 3.
- D De cellen 2 en 4.

▼ **Afb. 64** Cellen met chromosomen (schematisch).



De volgende gegevens horen bij vraag 4 en 5.

In afbeelding 65 zie je schematisch twee kerndelingen getekend. De celkernen komen uit het lichaam van een spoelworm (zie afbeelding 66). Deze dieren hebben in elke celkern vier chromosomen.

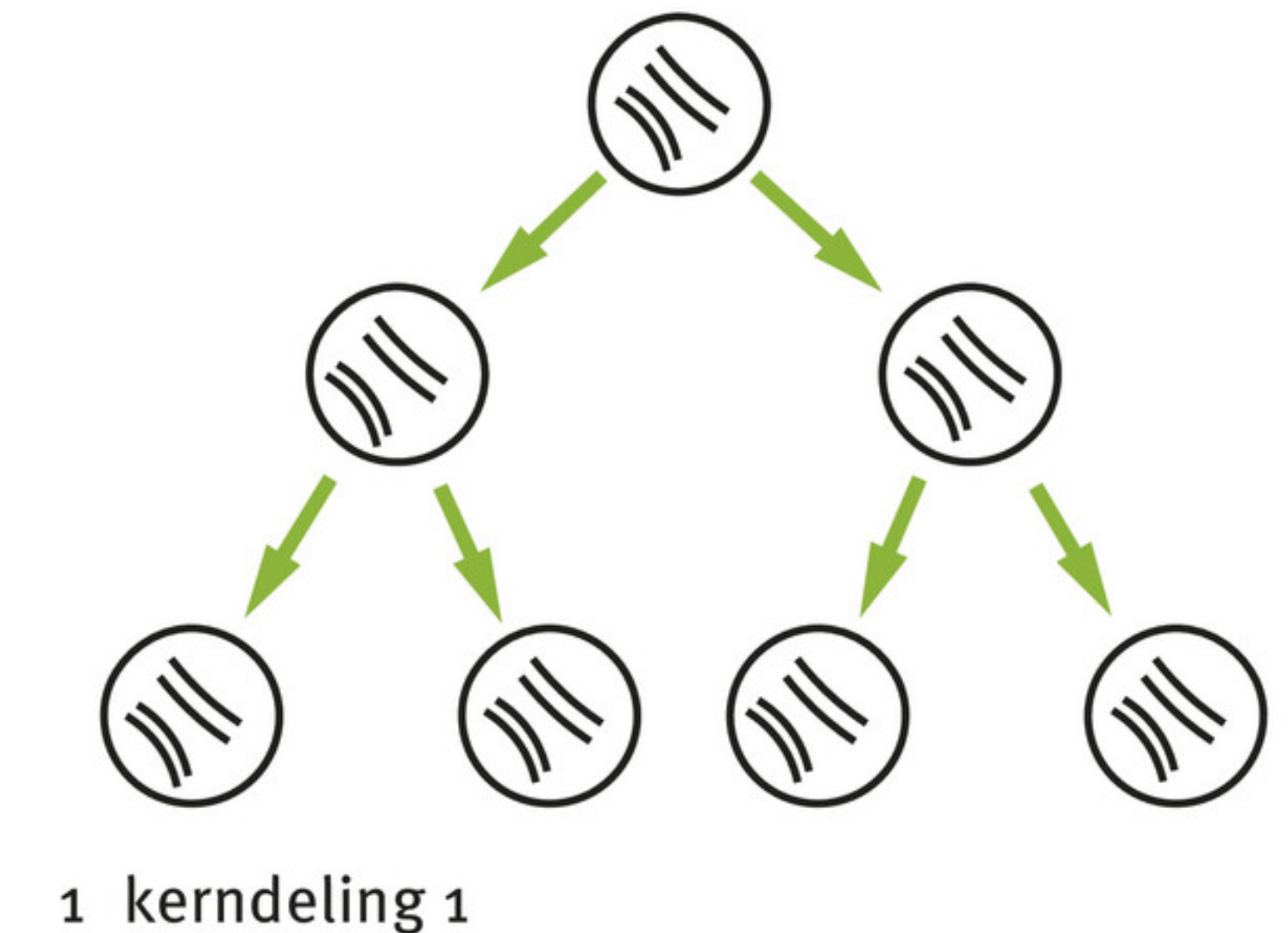
4 Welke kerndeling is een reductiedeling?

- A Kerndeling 1.
- B Kerndeling 2.

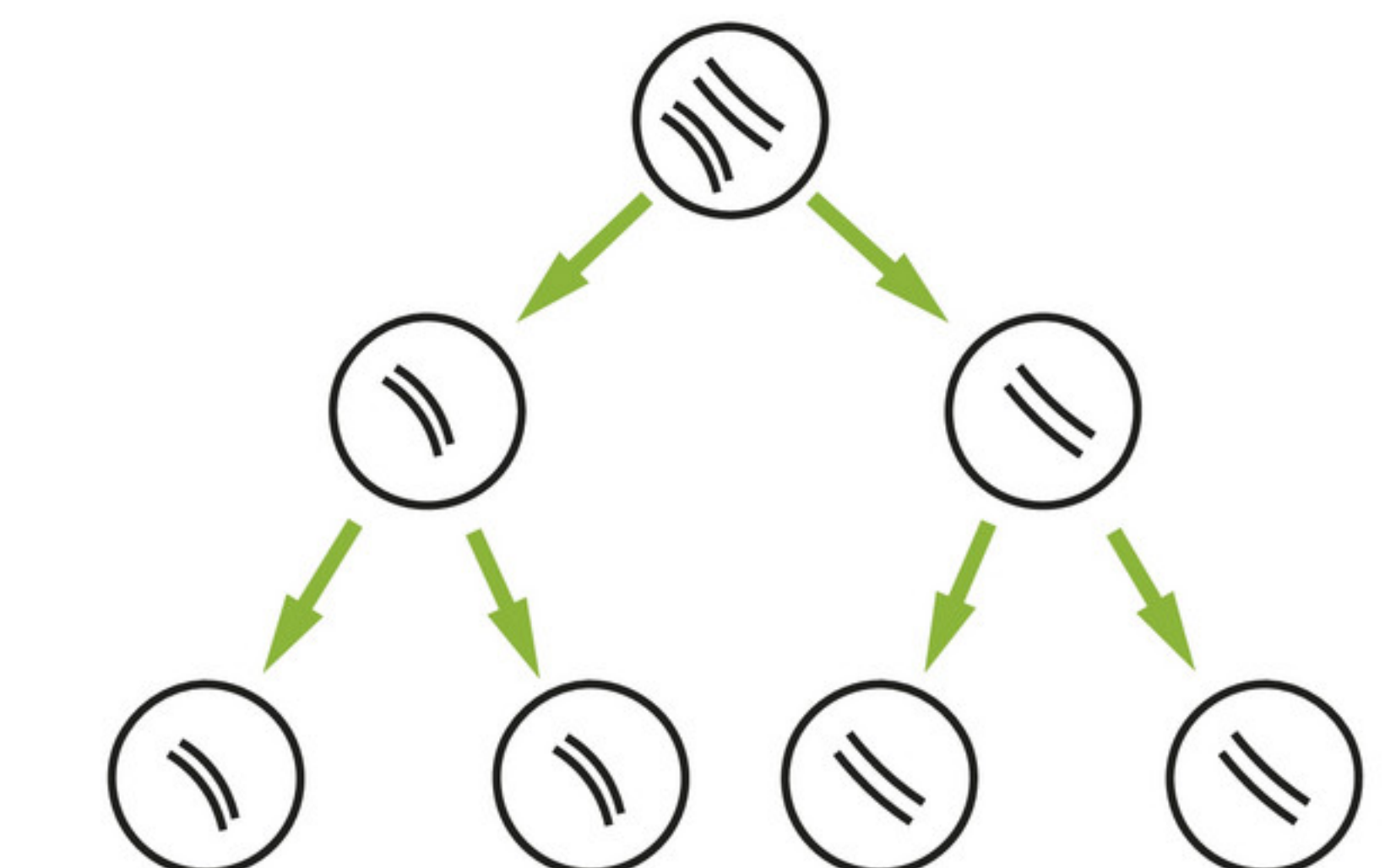
5 Bij welke kerndeling ontstaan lichaamscellen?

- A Bij kerndeling 1.
- B Bij kerndeling 2.

▼ **Afb. 65** Kerndelingen.



1 kerndeling 1



2 kerndeling 2

▼ **Afb. 66** Spoelworm.



DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

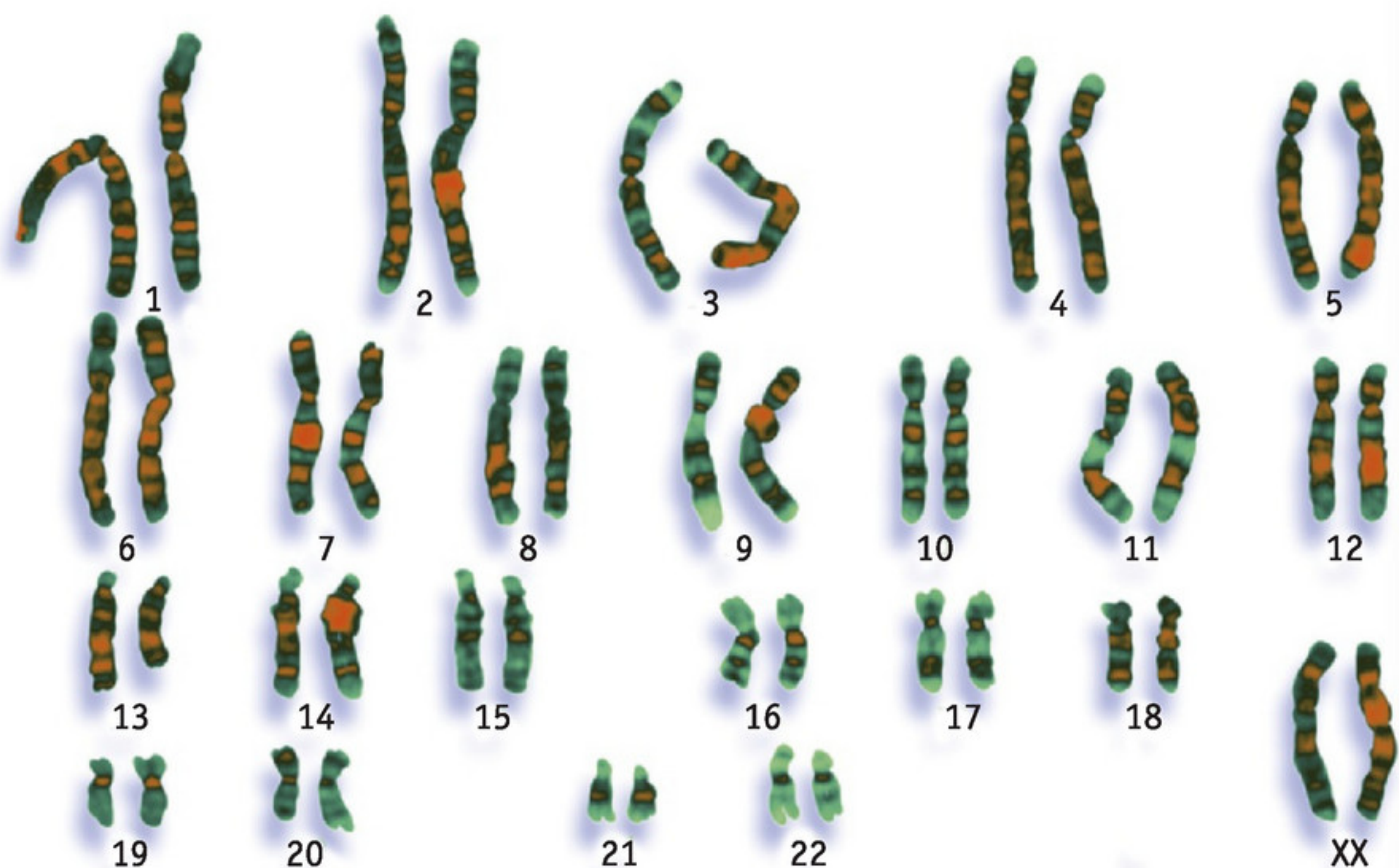
Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Het geslacht van een mens wordt bepaald door de zaadcel die bij de bevruchting is betrokken.

De volgende gegevens horen bij bewering 2 tot en met 4. Chris ondergaat een chromosoomonderzoek. In afbeelding 67 zijn de chromosomen in een cel van Chris weergegeven.

- 2 Uit deze chromosomen blijkt dat Chris een man is.
- 3 De afgebeelde chromosomen kunnen afkomstig zijn uit een geslachtscel van Chris.
- 4 De afgebeelde chromosomen kunnen afkomstig zijn uit een cel van het wangslimvlies van Chris.

▼ **Afb. 67** Chromosomen in een cel.



Fruitvliegjes (zie afbeelding 68) zie je in de zomer vaak boven de fruitschaal of bij de gft-container. Fruitvliegjes hebben vier paar chromosomen.

In de tabel van afbeelding 69 zie je de chromosomenparen van twee fruitvliegjes. De chromosomenparen zijn met cijfers aangegeven.

5 Vliegje Q is een mannetje.

▼ **Afb. 68** Fruitvliegje.



▼ **Afb. 69** Chromosomen van fruitvliegjes (schematisch).

Vliegje P				:
Vliegje Q				:
	1	2	3	4

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

Een persoon bezit zowel het gen voor blauwe oogkleur als het gen voor bruine oogkleur.

1 Deze persoon is homozygoot voor de oogkleur.

2 Bij een organisme dat heterozygoot is voor een bepaalde eigenschap, komt het dominante gen tot uiting in het fenotype.

Twee ongelijke genen van een genenpaar komen even sterk tot uiting in het fenotype.

3 Het organisme heeft een intermediair fenotype voor deze eigenschap.

De manx (zie afbeelding 70) is een kat zonder staart. Deze eigenschap is het gevolg van het dominante gen A. Fokkers van dit ras hebben het volgende probleem: homozygote kittens zonder staart sterven voor de geboorte.

4 Het genotype van een levende kat zonder staart is Aa.

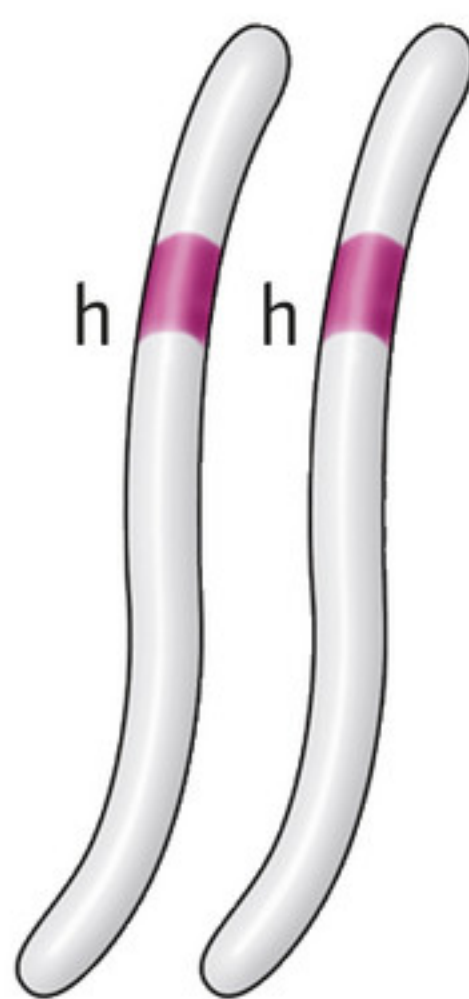
▼ **Afb. 70** De manx, een kat zonder staart.



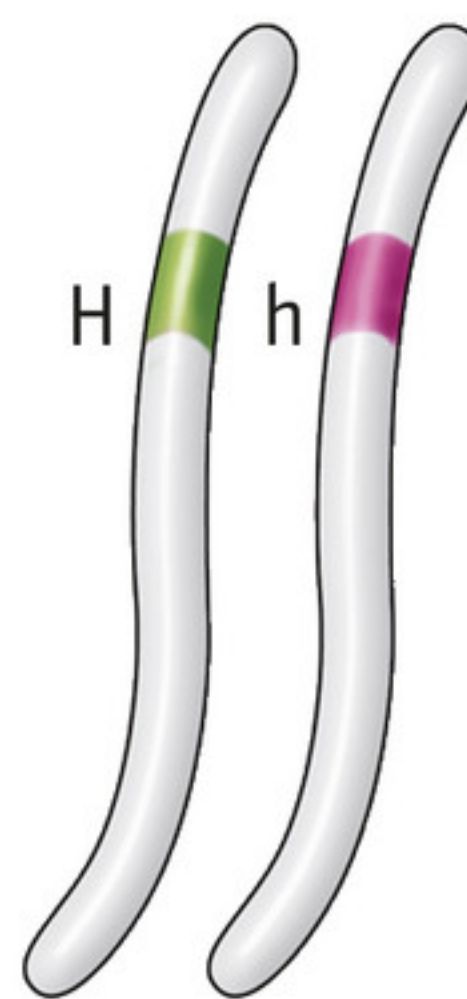
De ziekte van Huntington is een erfelijke aandoening. De ziekte tast bepaalde delen van de hersenen aan. In afbeelding 71 is van twee verschillende personen een chromosomenpaar afgebeeld. De genen die bepalen of iemand de ziekte van Huntington wel of niet heeft, zijn aangegeven met letters.

5 Het gen voor de ziekte van Huntington is recessief.

▼ **Afb. 71** Chromosomen met gen voor wel of geen Huntington.



geen ziekte van Huntington



wel ziekte van Huntington

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Een plant met brede bladeren wordt gekruist met een plant met smalle bladeren. Het gen voor brede bladeren is dominant (A). De beide ouderplanten zijn homozygoot voor bladvorm. De planten uit de F_1 worden onderling bestoven. Stel van deze kruising een kruisingsschema op tot en met de F_2 .
- 2 Bij parkieten is het gen voor rode veren dominant (A) en het gen voor groene veren recessief (zie afbeelding 72). Een heterozygote rode parkiet wordt gekruist met een groene parkiet. Werk de kruising uit. Hoe groot is de kans dat er een groene parkiet uit het ei komt?

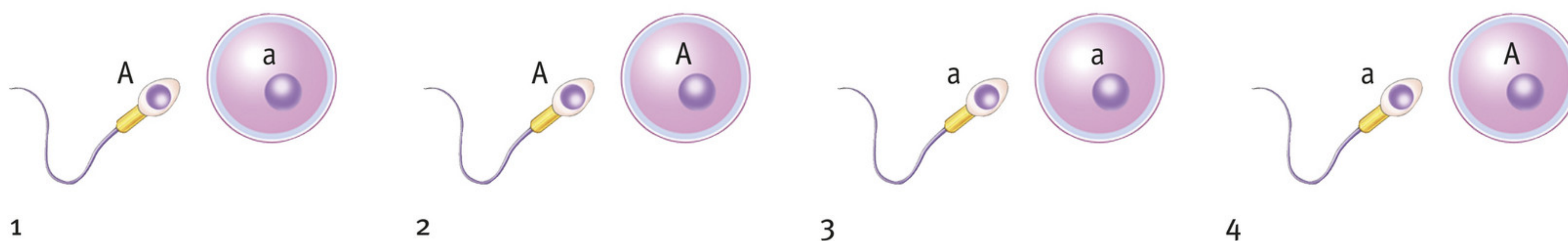
▼ **Afb. 72** Groene parkiet.



Bij Andalusische kippen wordt een zwarte haan gekruist met een witte hen. Beide dieren zijn homozygoot. De kuikens zijn allemaal blauw.

- 3 Leg met behulp van een kruisingsschema uit of het met deze haan en kip mogelijk is homozygote blauwe kippen te fokken.

▼ **Afb. 74** Mogelijke bevruchtingen (schematisch).



Een plantenkweker teelt tuinplanten. Van een bepaalde soort heeft hij planten die paarse bloemen hebben. Andere planten van dezelfde soort hebben witte bloemen (zie afbeelding 73). De kleur paars is dominant (A).

Van één bepaalde plant met paarse bloemen weet de teler niet of de plant homozygoot of heterozygoot is voor de bloemkleur. Om dit uit te zoeken, wil de teler een testkruising doen. Bij die kruising wil hij de plant met paarse bloemen kruisen met een andere plant. Uit de bloemkleur van de nakomelingen kan de teler opmaken wat het genotype is van de plant met paarse bloemen.

- 4 Welk genotype moet de andere plant hebben die de teler wil gebruiken voor deze kruising?

▼ **Afb. 73** Tuinplant met verschillende kleuren.



DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Van een ouderpaar heeft de man dikke lippen en de vrouw dunne lippen. De man is heterozygoot voor lipdikte, de vrouw homozygoot. Een zaadcel van de man bevrucht een eicel van de vrouw. De schema's van afbeelding 74 geven mogelijke bevruchtingen weer. Een gen voor de lipdikte wordt aangegeven met een A of een a. Welke twee schema's kunnen deze bevruchting juist weergeven?
 - A De schema's 1 en 2.
 - B De schema's 1 en 3.
 - C De schema's 2 en 3.
 - D De schema's 2 en 4.

- 2 FH is een erfelijke ziekte die het gevolg is van een mutatie in een bepaald gen. FH-patiënten hebben te veel cholesterol in hun bloed. Cholesterol zet zich vast aan de wanden van de bloedvaten. Daardoor worden de bloedvaten steeds nauwer. Deze patiënten hebben daardoor al op jonge leeftijd een grote kans op een hartinfarct.

FH-patiënten hebben meestal van één van beide ouders het gemuteerde gen geërfd en zijn heterozygoot. De kans om van beide ouders een gemuteerd gen te erven, is zeer klein. Deze kinderen sterven jong.

Peter is heterozygoot voor het FH-gen. Hanna heeft de ziekte niet en is homozygoot recessief.

Hoe groot is de kans dat een kind van Peter en Hanna de ziekte FH krijgt?

- A 25%.
- B 50%.
- C 75%.
- D 100%.

- 3 Bij cavia's is het gen voor ruw haar dominant over het gen voor glad haar. Een homozygoot ruwharig caviavrouwtje krijgt jongen. Deze jongen zijn allemaal ruwharig. Het is niet bekend welk dier de vader is van deze jongen. Er zijn drie mannetjes die in aanmerking komen:

- mannetje 1 is gladharig;
- mannetje 2 is homozygoot ruwharig;
- mannetje 3 is heterozygoot ruwharig.

Welk mannetje kan of welke mannetjes kunnen de vader van deze jonge cavia's zijn?

	<i>Mannetje 1</i>	<i>Mannetje 2</i>	<i>Mannetje 3</i>
A	Ja	Ja	Ja
B	Ja	Nee	ja
C	Ja	Nee	Nee
D	Nee	Ja	Ja

- 4 Sommige mensen produceren na het eten van asperges urine met een nare geur, andere mensen niet. De eigenschap 'produceren van een vies ruikende geurstof na het eten van asperges' wordt bepaald door een dominant gen (A). De urine van mensen die homozygoot recessief zijn voor deze eigenschap (aa), ruikt niet na het eten van asperges. Ella is in verwachting. Vóór haar zwangerschap produceerde ze na het eten van asperges geen ruikende urine, nú wel. Na een aspergemaaltijd van de moeder gaat de ongeboren baby de ruikende geurstof wél produceren. De geurstof komt dan in het bloed van de moeder terecht en wordt door haar nieren uitgescheiden.

Wat is het genotype van de baby voor de eigenschap om een vies ruikende geurstof te produceren na een aspergemaaltijd?

- A Heterozygoot.
- B Homozygoot dominant.
- C Homozygoot recessief.

- 5 Layla heeft een klasgenoot met doorlopende wenkbrauwen (zie afbeelding 75). Ze wil weten of het hebben van doorlopende wenkbrauwen bij deze jongen erfelijk bepaald is. Ze zoekt hem thuis op en ontdekt dat zijn vader ook doorlopende wenkbrauwen heeft, maar zijn moeder niet. Kan Layla op grond van deze waarneming de conclusie trekken dat het hebben van doorlopende wenkbrauwen erfelijk bepaald is? Zo ja, kan ze dan ook concluderen of het gen voor deze eigenschap dominant is?

- A Nee, ze kan op geen van beide punten een conclusie trekken.
- B Ze weet dan zeker dat het hebben van doorlopende wenkbrauwen erfelijk bepaald is, maar ze weet niet of het door een dominant of een recessief gen wordt veroorzaakt.
- C Ze weet dan zeker dat het hebben van doorlopende wenkbrauwen erfelijk bepaald is en dat het wordt veroorzaakt door een dominant gen.

▼ Afb. 75 Doorlopende wenkbrauwen.



DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

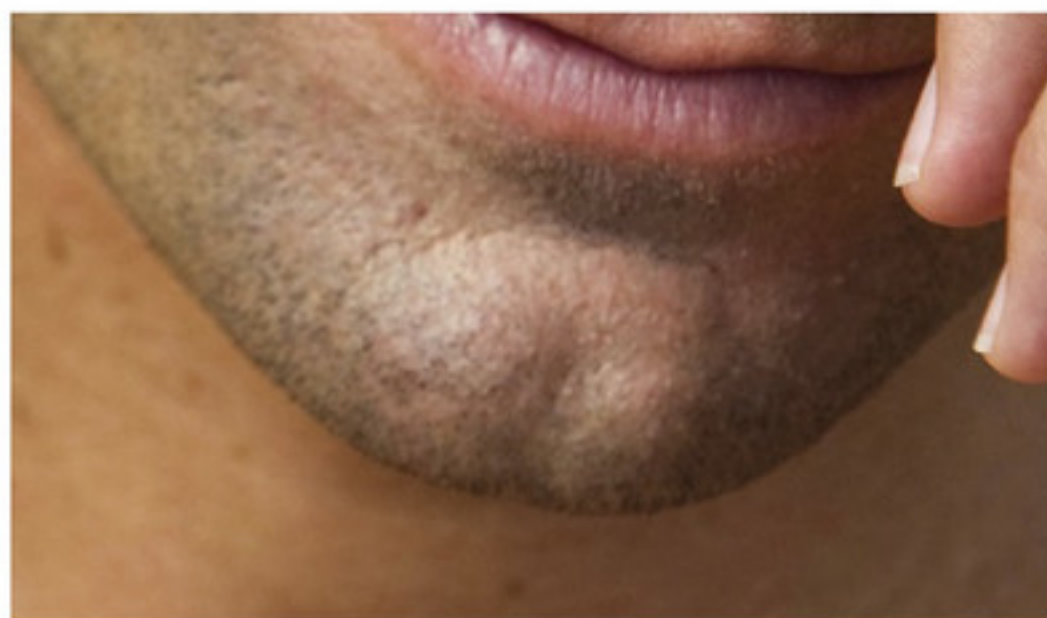
De volgende gegevens horen bij vraag 1 tot en met 3. Sommige mensen hebben een gleuf in hun kin; bij anderen is de kin rond (zie afbeelding 76). Deze eigenschap is erfelijk bepaald.

In afbeelding 77 is een stamboom van een familie weergegeven. Van de meeste personen is de vorm van de kin weergegeven.

1 Welk gen is dominant: het gen voor een kin met gleuf of het gen voor ronde kin? Of is dat niet uit de stamboom af te leiden?

- A Dat is niet uit de stamboom af te leiden.
- B Het gen voor kin met gleuf is dominant.
- C Het gen voor ronde kin is dominant.

▼ Afb. 76 Wel of geen gleufje in je kin?

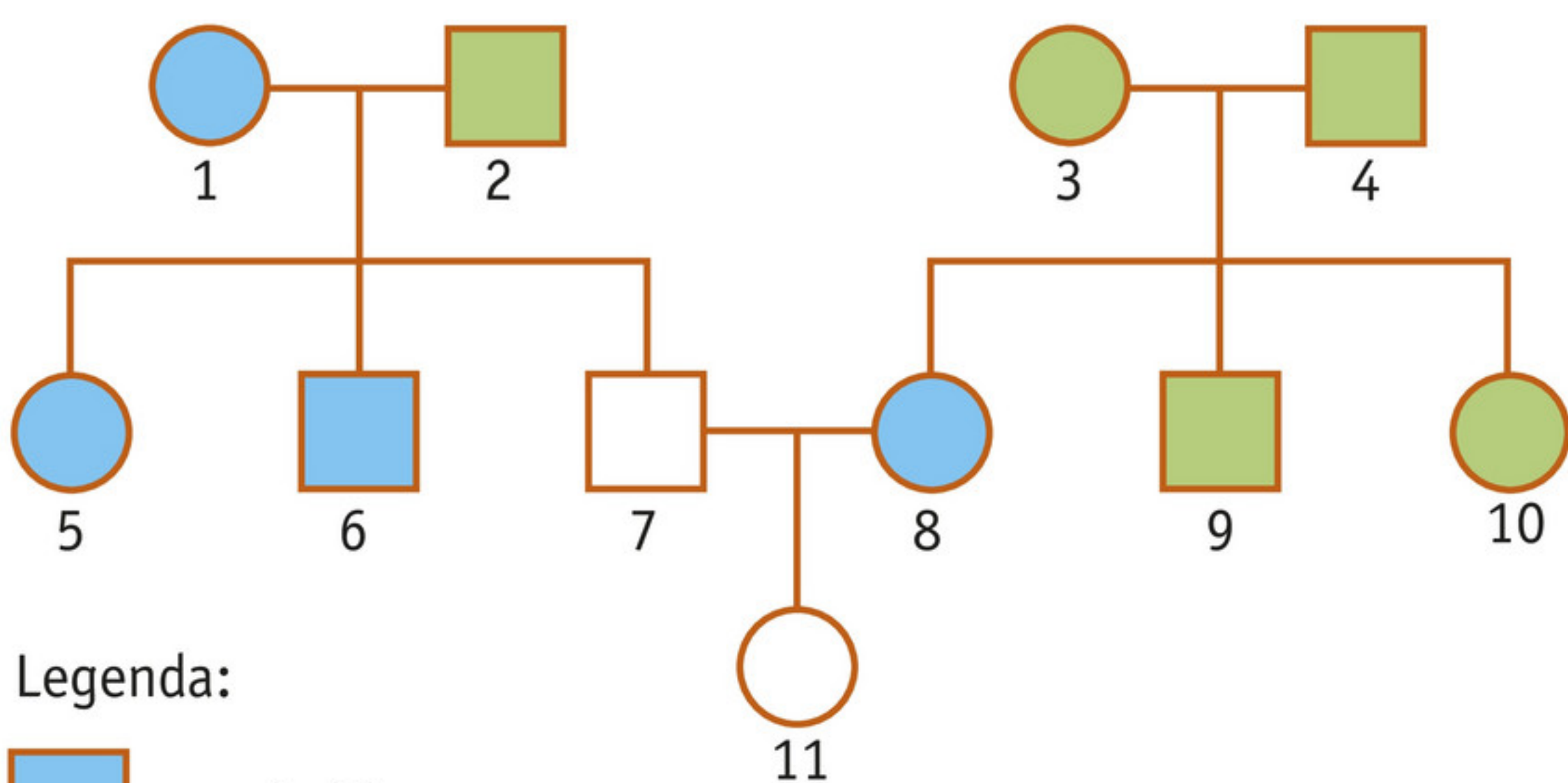


1



2

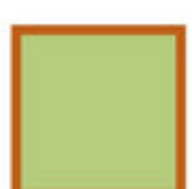
▼ Afb. 77 Stamboom.



Legenda:



ronde kin



kin met gleuf

2 Is persoon 10 homozygoot of heterozygoot voor de vorm van de kin? Of is dat niet uit de stamboom af te leiden?

- A Dat is niet uit de stamboom af te leiden.
- B Heterozygoot.
- C Homozygoot.

3 Hoe groot is de kans dat persoon 7 een kin met gleuf heeft?

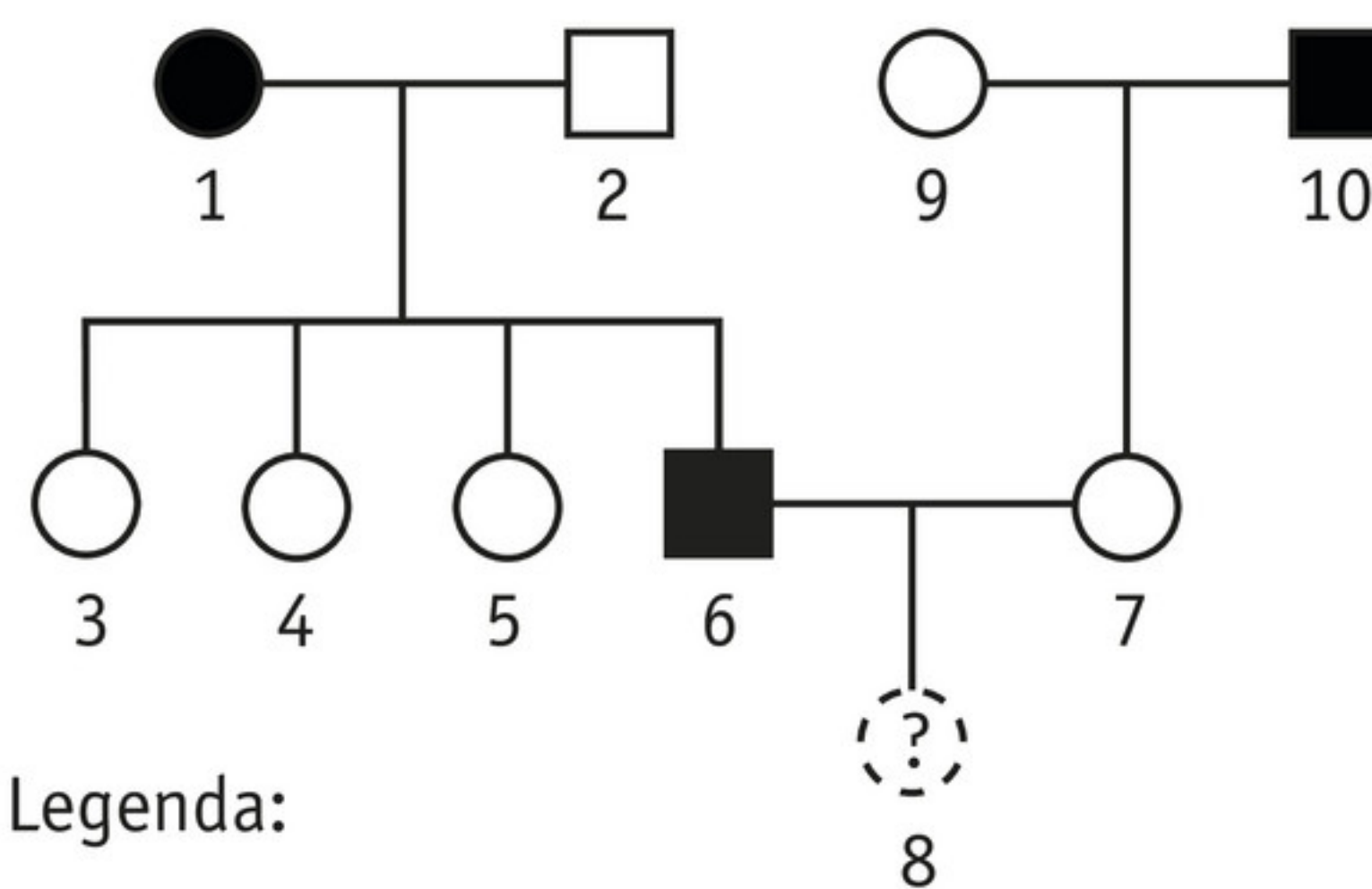
- A 25%.
- B 50%.
- C 75%.

4 In afbeelding 78 zie je de stamboom van een familie. Sommige familieleden hebben een wipneus. Uit de relatie tussen persoon 6 en 7 wordt een dochter geboren.

Hoe groot is de kans dat die dochter een wipneus heeft?

- A 25%.
- B 50%.
- C 75%.
- D 100%.

▼ Afb. 78 Wel of geen wipneus?



Legenda:

○ = ♀

□ = ♂

wit = wipneus

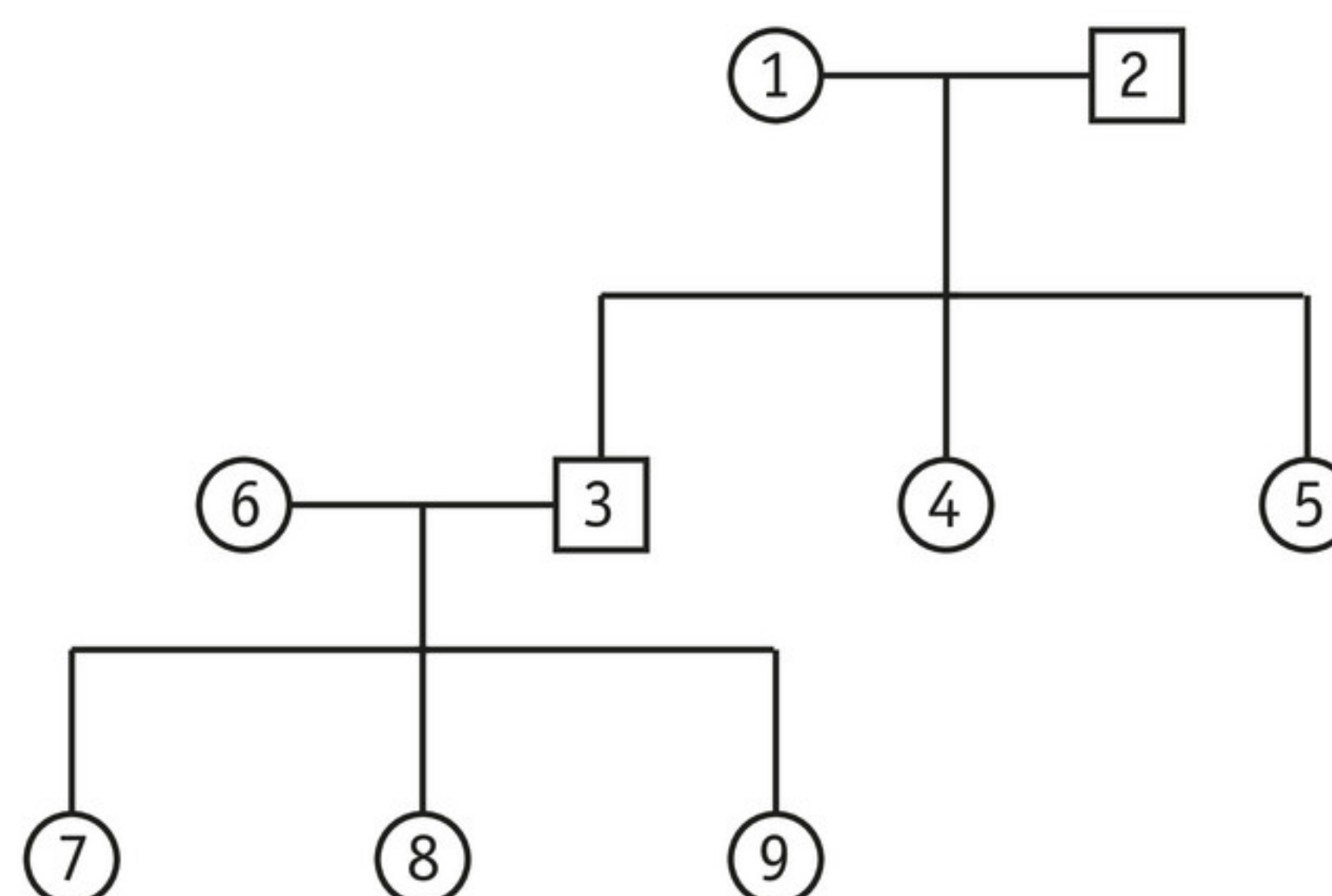
zwart = geen wipneus

5 De personen 1 en 6 uit de stamboom in afbeelding 79 zijn vrouwen met blauwe ogen. Persoon 2 is een man met bruine ogen. Hij is heterozygoot voor deze eigenschap.

Wat kun je zeggen over persoon 8?

- A Zij is heterozygoot voor de eigenschap oogkleur.
- B Zij is homozygoot voor blauwe ogen of heterozygoot voor de eigenschap oogkleur.
- C Zij is homozygoot voor de eigenschap blauwe ogen.
- D Zij is homozygoot voor de eigenschap bruine ogen.

▼ Afb. 79 Stamboom.



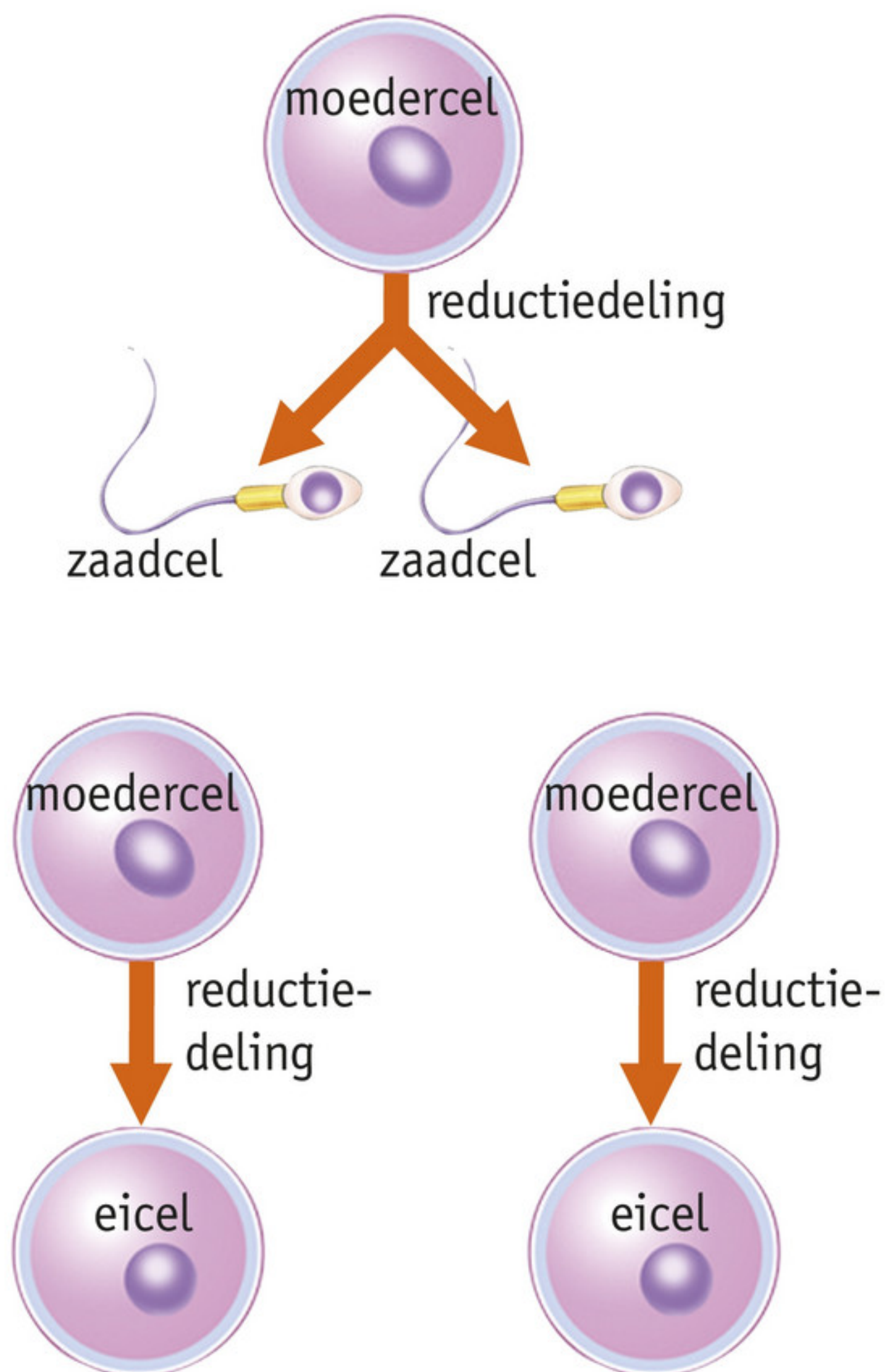
DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

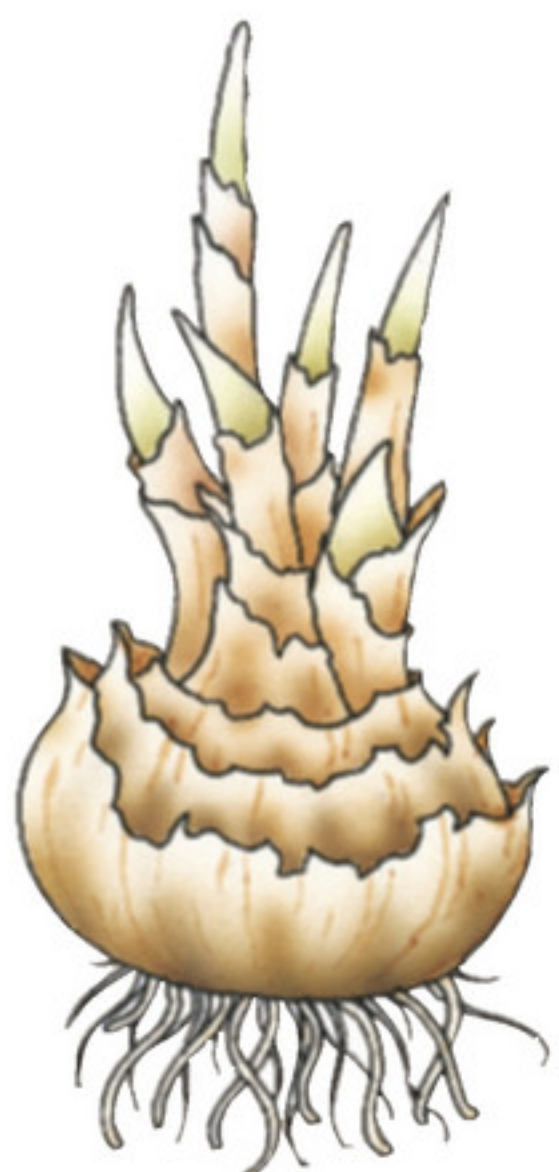
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 80 is het ontstaan van twee zaadcellen en twee eicellen schematisch getekend. De zaadcellen zijn via reductiedeling ontstaan uit dezelfde moedercel. De eicellen zijn via reductiedeling ontstaan uit verschillende moedercellen. Welke geslachtscellen hebben waarschijnlijk hetzelfde genotype?
- A Alleen de twee zaadcellen.
 - B Geen van deze geslachtscellen.
 - C Zowel de twee zaadcellen als de twee eicellen.

▼ **Afb. 80** Ontstaan van zaadcellen en eicellen (schematisch).



▼ **Afb. 81** Krokusknol.



- 2 In afbeelding 81 zie je een krokusknol met enkele scheuten. De scheuten kunnen van de knol worden gehaald en verder groeien als afzonderlijke planten. Welke bewering over de jonge planten is juist?
- A De jonge planten ontstaan door geslachtelijke voortplanting. Ze hebben allemaal een verschillend genotype.
 - B De jonge planten ontstaan door geslachtelijke voortplanting. Ze hebben allemaal hetzelfde genotype.
 - C De jonge planten ontstaan door ongeslachtelijke voortplanting. Ze hebben allemaal een verschillend genotype.
 - D De jonge planten ontstaan door ongeslachtelijke voortplanting. Ze hebben allemaal hetzelfde genotype.

De volgende gegevens horen bij vraag 3 en 4.

Sommige planten kunnen zaad vormen zonder dat er bevruchting is opgetreden. De eicellen ontstaan dan door gewone celdeling en niet door reductiedeling. Het vormen van zaad zonder bevruchting wordt *apomixis* genoemd.

- 3 In welke cellen van een plant bevinden zich de genen voor apomixis?
- A Alleen in de eicellen.
 - B Alleen in de cellen van de zaden.
 - C In alle cellen van de plant.

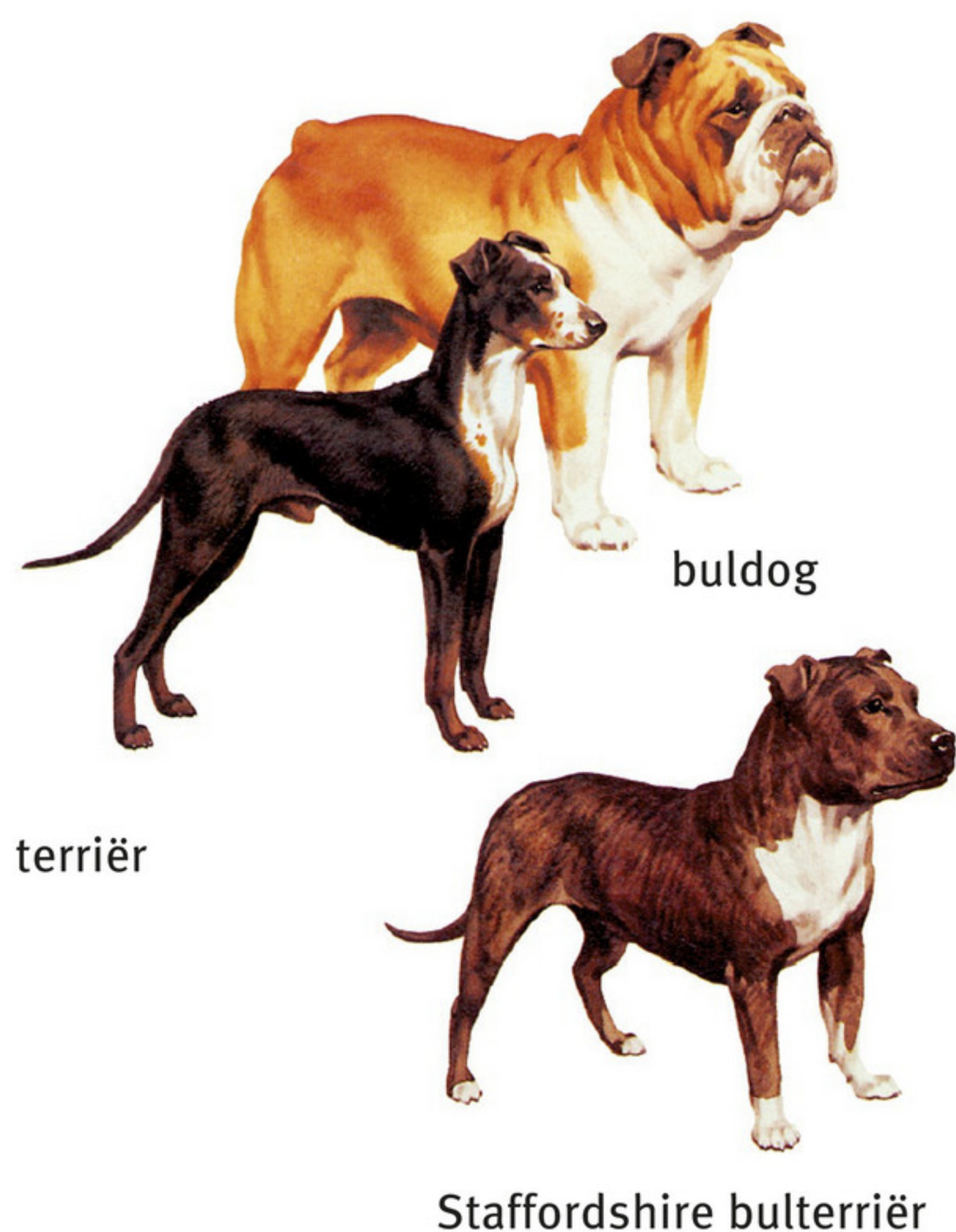
Onderzoekers proberen het gen voor apomixis over te brengen op andere planten, zoals rijstplanten en maisplanten. Ze verwachten dat deze planten ook zaad zullen vormen zonder dat er bevruchting optreedt. Men hoopt dat mais en rijst daardoor een constante kwaliteit en smaak krijgen.

- 4 Waarom verwachten de onderzoekers dat ze bij deze manier van voortplanten een constante kwaliteit en smaak kunnen bereiken?
- A Omdat apomixis een vorm van geslachtelijke voortplanting is. Daardoor hebben de zaden hetzelfde genotype.
 - B Omdat bij apomixis de nakomelingen ontstaan via gewone celdelingen. Daardoor hebben ze allemaal hetzelfde genotype.
 - C Omdat door apomixis meer zaden kunnen worden gevormd. Daardoor is de kans groter dat er zaden bij zitten met een constante kwaliteit en smaak.

Een bulldog en een terriër werden gekruist. De fokkers kozen uit de nakomelingen alleen hondjes met bepaalde eigenschappen. Met die hondjes werd verder gefokt. Zo ontstond een nieuw ras: de Staffordshire bulterriër (zie afbeelding 82).

- 5 Hoe wordt het genoemd als alleen dieren met bepaalde eigenschappen worden gebruikt om mee te fokken?
- A Kunstmatige selectie.
 - B Ongeslachtelijke voortplanting.
 - C Veredeling.

▼ Afb. 82 Een nieuw ras.



DOELSTELLING 9 **BASISSTOF 7**

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Een mutatie is een verandering in het fenotype, veroorzaakt door milieufactoren.
- 2 Elke cel waarin mutaties hebben plaatsgevonden, geeft de mutaties door aan het nageslacht.
- 3 Chemische stoffen kunnen mutaties veroorzaken in geslachtscellen.

De volgende gegevens horen bij vraag 4 en 5. In de context 'Naar vis ruiken' lees je over het visgeursyndroom (zie afbeelding 83). De mutatie die het visgeursyndroom veroorzaakt, komt voor in de geslachtscellen.

- 4 Een gemuteerd gen in een geslachtscel kan worden doorgegeven aan de volgende generatie.
- 5 Iemand die lijdt aan het visgeursyndroom, is een mutant.

▼ Afb. 83

Naar vis ruiken

Stel je voor: je wast je goed en je poetst je tanden, maar toch blijf je ruiken naar vis. Mensen die lijden aan het visgeursyndroom hebben dagelijks hiermee te maken. Het visgeursyndroom is een zeldzame ziekte. De geur is te ruiken aan de adem, het zweet en de urine. Mensen met deze aandoening hebben verder geen lichamelijke klachten. Over de hele wereld zijn er ongeveer 300 mensen die dit syndroom hebben. De oorzaak van dit syndroom is een gemuteerd gen. Het syndroom kan erfelijk zijn. Ouders die beiden heterozygoot zijn, kunnen een kind krijgen met het visgeursyndroom. De ouders hebben zelf deze aandoening niet.

DOELSTELLING 10 **BASISSTOF 8**

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Hierna zijn vier paren beschreven die graag een kind willen. Geen van deze paren heeft al een kind.
 - 1 Lucas en Anouk. Lucas heeft een jaar geleden een auto-ongeluk gehad. Hij zit in een rolstoel.
 - 2 Thijs en Raya. De moeder en oma van Raya zijn aan borstkanker gestorven.
 - 3 Tim en Evie. Tim heeft enkele jaren geleden een ooginfectie opgelopen. Hij is nu blind.
 - 4 Lars en Sarah. Sarah heeft twee miskramen gehad. Ze is nu voor de derde keer zwanger.

Welke van deze paren doen er verstandig aan genetisch advies in te winnen?

 - A De paren 1 en 3.
 - B De paren 1 en 4.
 - C De paren 2 en 3.
 - D De paren 2 en 4.
- 2 Een vlokcentest is een vorm van erfelijkheidsonderzoek bij ongeboren kinderen. Wat onderzoekt men bij een vlokcentest?
 - A De chromosomen van placentaweefsel, afkomstig van de moeder.
 - B De chromosomen van placentaweefsel, afkomstig van het embryo.
 - C De samenstelling van de urine van de zwangere vrouw.
 - D De samenstelling van het vruchtwater bij de zwangere vrouw.

- 3 Een vruchtwaterpunctie is een andere vorm van erfelijkheidsonderzoek bij ongeboren kinderen. Wat probeert men bij een vruchtwaterpunctie op te sporen?
- A Eventuele afwijkingen in de bouw van de placenta.
 - B Eventuele afwijkingen in de chromosomen van cellen in het vruchtwater.
 - C Eventuele groeistoornissen bij het embryo.
 - D Eventuele schadelijke stoffen die in het vruchtwater kunnen voorkomen.
- 4 Een vrouw die tien weken zwanger is, heeft met haar arts overlegd. Ze besluit prenataal onderzoek te laten uitvoeren. Welk(e) onderzoek(en) kan ze in dit stadium van de zwangerschap laten uitvoeren?
- A Alleen een vlokcentest.
 - B Alleen een vruchtwaterpunctie.
 - C Een vlokcentest en een vruchtwaterpunctie.
- 5 Bij welke methode voor prenataal onderzoek worden de cellen van het embryo via de buikwand van de moeder weggehaald?
- A Echoscopie.
 - B Vlokcentest.
 - C Vruchtwaterpunctie.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 9

Beantwoord de volgende vragen met ja of nee.

- 1 Is bij biotechnologie altijd sprake van genetische modificatie?

Onderzoekers hebben een embryo van een kat een gen van een kwal gegeven. De kat die zich uit dit embryo heeft ontwikkeld, ziet er bij daglicht net zo uit als andere katten. Als je er met een speciale lamp op schijnt, worden de neus, de ogen en de oren van de kat groen.

- 2 Is deze kat transgeen?

De volgende gegevens horen bij vraag 3 en 4. In de context 'Chymosine' lees je over een stof die wordt gebruikt bij het maken van kaas (zie afbeelding 84). Chymosine kan worden geproduceerd door gistcellen waarvan men het DNA heeft veranderd.

- 3 Is het veranderen van DNA van gistcellen een voorbeeld van recombinant-DNA-technieken?
- 4 Zijn gistcellen die chymosine produceren transgene gistcellen?

▼ Afb. 84

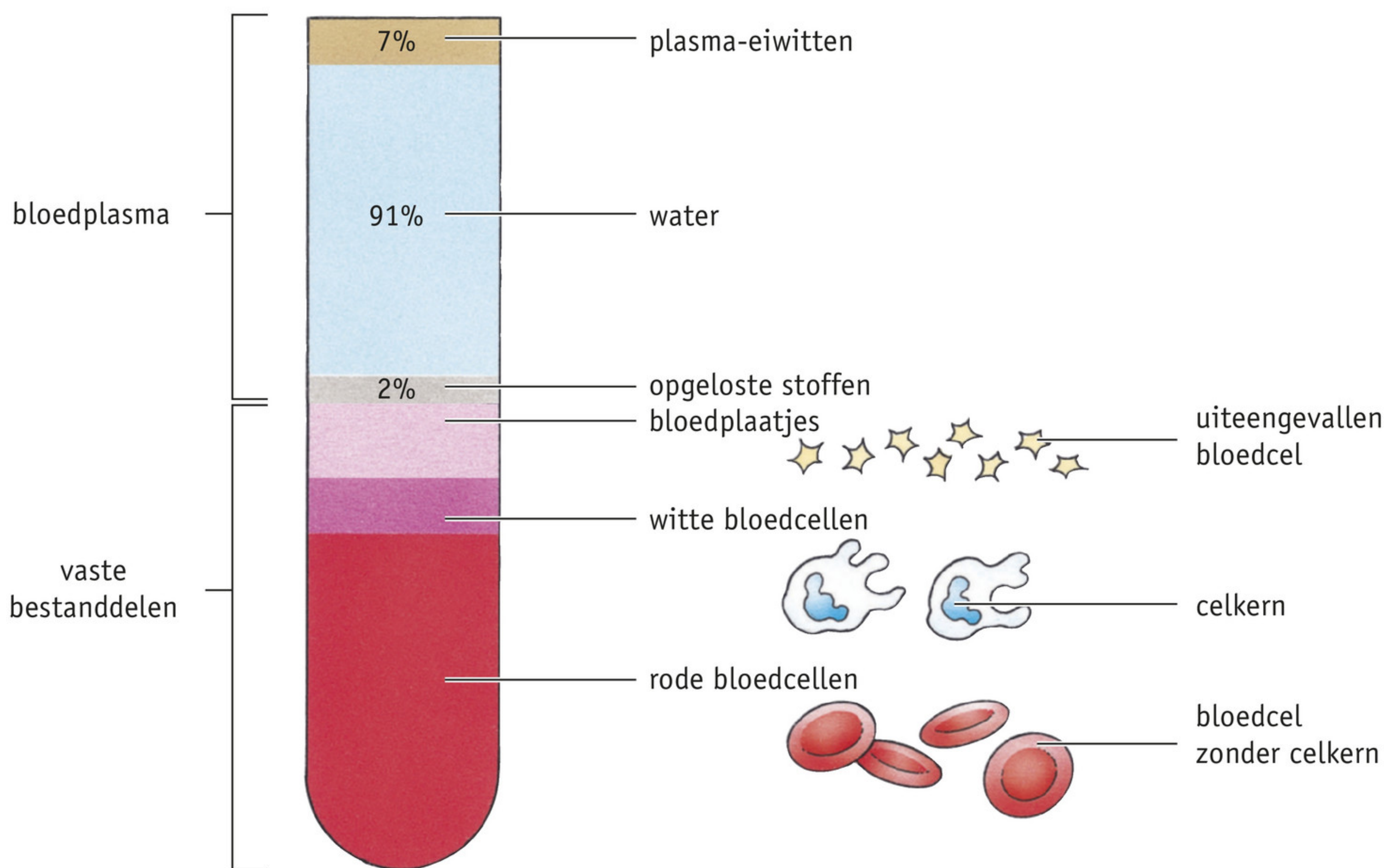
Chymosine

Chymosine is een stof die wordt gebruikt om kaas te maken. Chymosine wordt aan melk toegevoegd. Daardoor gaan bepaalde melkeiwitten samenklonteren en ontstaat wrongel, een voorstadium van kaas. Chymosine wordt traditioneel gewonnen uit de maag van kalveren (methode A in de afbeelding). Onderzoeksgroepen uit verschillende delen van de wereld hebben DNA uit kalveren voor de productie van chymosine ingebouwd in gistcellen (methode B in de afbeelding). Deze genetisch veranderde gistcellen produceren nu grote hoeveelheden chymosine.

Er is nog een andere markt voor chymosine van gistcellen. Vegetariërs geven hier de voorkeur aan, omdat dan geen kalveren geslacht hoeven te worden voor de bereiding van kaas.



▼ **Afb. 85** DNA-onderzoek.



Een arts wil weten of een van zijn patiënten drager is van een erfelijke ziekte. Om die vraag te kunnen beantwoorden, moet het DNA van de patiënt worden onderzocht. De arts neemt daarvoor bloed af bij de patiënt. In afbeelding 85 zie je uit welke bestanddelen het bloed van de mens bestaat.

- 5 Kan de arts het DNA uit de rode bloedcellen onderzoeken?

- 3 Als in een populatie veel verschillende genotypen voorkomen, heeft deze populatie een grote overlevingskans.
4 Als in een populatie beren de vachtkleur verandert als gevolg van een mutatie, ontstaat een nieuwe soort.
5 Een nieuwe soort kan ontstaan door invloeden uit het milieu.

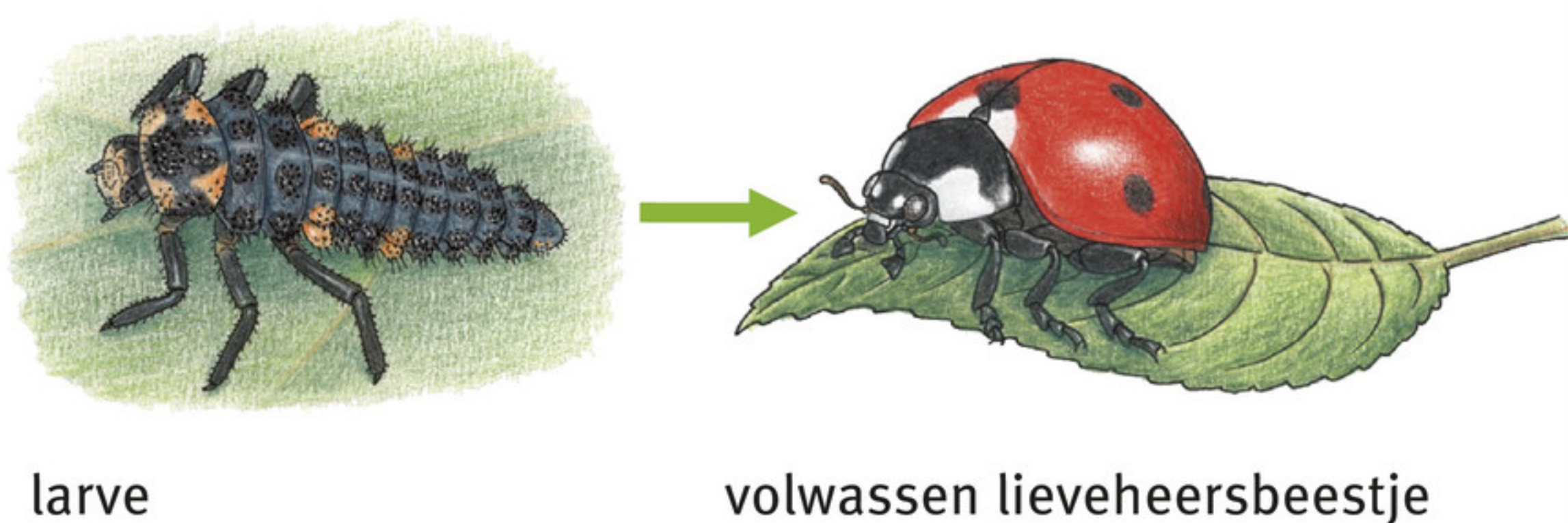
DOELSTELLING 12

BASISSTOF 10

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De ontwikkeling van vissen tot amfibieën is een voorbeeld van evolutie.
2 De ontwikkeling van larve tot lieveheersbeestje is een voorbeeld van evolutie (zie afbeelding 86).

▼ **Afb. 86** Van larve tot lieveheersbeestje.



De volgende gegevens horen bij vraag 6 en 7.

In de context 'Soortenrijk meer' lees je over cichliden (zie afbeelding 87).

- 6 Het ontstaan van verschillende poeltjes is een voorwaarde voor het ontstaan van nieuwe soorten cichliden.
7 In de context staat dat er niet altijd voldoende voedsel beschikbaar is. Dit is een voorbeeld van natuurlijke selectie.

▼ Afb. 87

Soortenrijk meer

In het Victoriameer in Afrika zijn meer dan vijfhonderd soorten cichliden ontstaan in de loop van duizenden jaren. Cichliden zijn vissen. Opmerkelijk is dat er in zo'n korte tijd zoveel verschillende soorten zijn ontstaan.

Een mogelijke verklaring is dat het meer in het verleden gedeeltelijk opgedroogd is. Daardoor zijn toen verschillende poeltjes ontstaan. Daarnaast zijn de vissen erg kieskeurig bij het kiezen van een partner. Vrouwtjescichliden kunnen een voorkeur hebben voor mannetjescichliden met een bepaalde kleur (zie foto). Zij paren alleen met deze geselecteerde mannetjes.

In het Victoriameer is niet altijd voldoende voedsel beschikbaar. De vissen hebben daardoor allerlei manieren gevonden om zich te voeden. Ze schrapen bijvoorbeeld algen van rotsen, eten garnalen en 'stelen' de eieren van andere soorten.



De volgende gegevens horen bij vraag 8 en 9.

In een gistcel is een mutatie ontstaan. De mutatie is niet van invloed op de overlevingskans van de gistcel. Een gistcel deelt zich onder bepaalde omstandigheden elk halfuur.

- 8 Na 7 uur zijn er 16 383 gistcellen ontstaan.
- 9 Dit een voorbeeld van geslachtelijke voortplanting.

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 11

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 88 zijn een skelet van een zee-egel en versteende afdrukken van zee-egels weergegeven. Is het skelet een fossiel? En zijn de versteende afdrukken fossielen?
 - A Alleen het skelet is een fossiel.
 - B Alleen de versteende afdrukken zijn fossielen.
 - C Het skelet en de versteende afdrukken zijn allebei fossielen.
 - D Het skelet en de versteende afdrukken zijn allebei geen fossielen.

▼ Afb. 88 Skelet en versteende afdruk van zee-egels.



1 skelet van een zee-egel



2 versteende afdrukken van zee-egels

- 2 Slakken kunnen worden ingedeeld in naaktslakken en huisjesslakken (zie afbeelding 89). Van welke slakken zullen delen het best fossiel kunnen worden? En onder welke omstandigheden?
 - A Naaktslakken die na het sterven aan de lucht blootgesteld blijven.
 - B Naaktslakken die na het sterven van de lucht worden afgesloten door sedimenten.
 - C Huisjesslakken die na het sterven aan de lucht blootgesteld blijven.
 - D Huisjesslakken die na het sterven van de lucht worden afgesloten door sedimenten.

▼ Afb. 89 Slakken.



1 naaktslak



2 huisjesslak

- 3 Andrea zegt dat fossielen van eencelligen in zeer oude gesteentelagen kunnen voorkomen. Barbara zegt dat fossielen van eencelligen in de jongste gesteentelagen kunnen voorkomen. Carina zegt dat fossielen van zoogdieren in de jongste gesteentelagen kunnen voorkomen. Wie hebben gelijk?
 - A Alleen Andrea en Barbara.
 - B Alleen Andrea en Carina.
 - C Alleen Barbara en Carina.
 - D Andrea, Barbara en Carina.

DOELSTELLING 14

BASISSTOF 11

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Welke van de volgende onderdelen zijn rudimentair?
 - A De staartwervels van een mens.
 - B Het gewei van mannetjesherten.
 - C De vleugels van een lieveheersbeestje.
- 2 Organismen van verschillende soorten kunnen veel overeenkomst vertonen in de samenstelling van stoffen. DNA is daar een voorbeeld van. Waarom is deze overeenkomst een argument voor de evolutietheorie?
 - A Het toont aan dat soorten veranderen, doordat mutanten blijven voortbestaan en individuen van de oorspronkelijke vorm uitsterven.
 - B Hieruit kan worden afgeleid hoelang geleden de verschillende soorten zijn ontstaan.
 - C Het maakt aannemelijk dat verschillende soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.

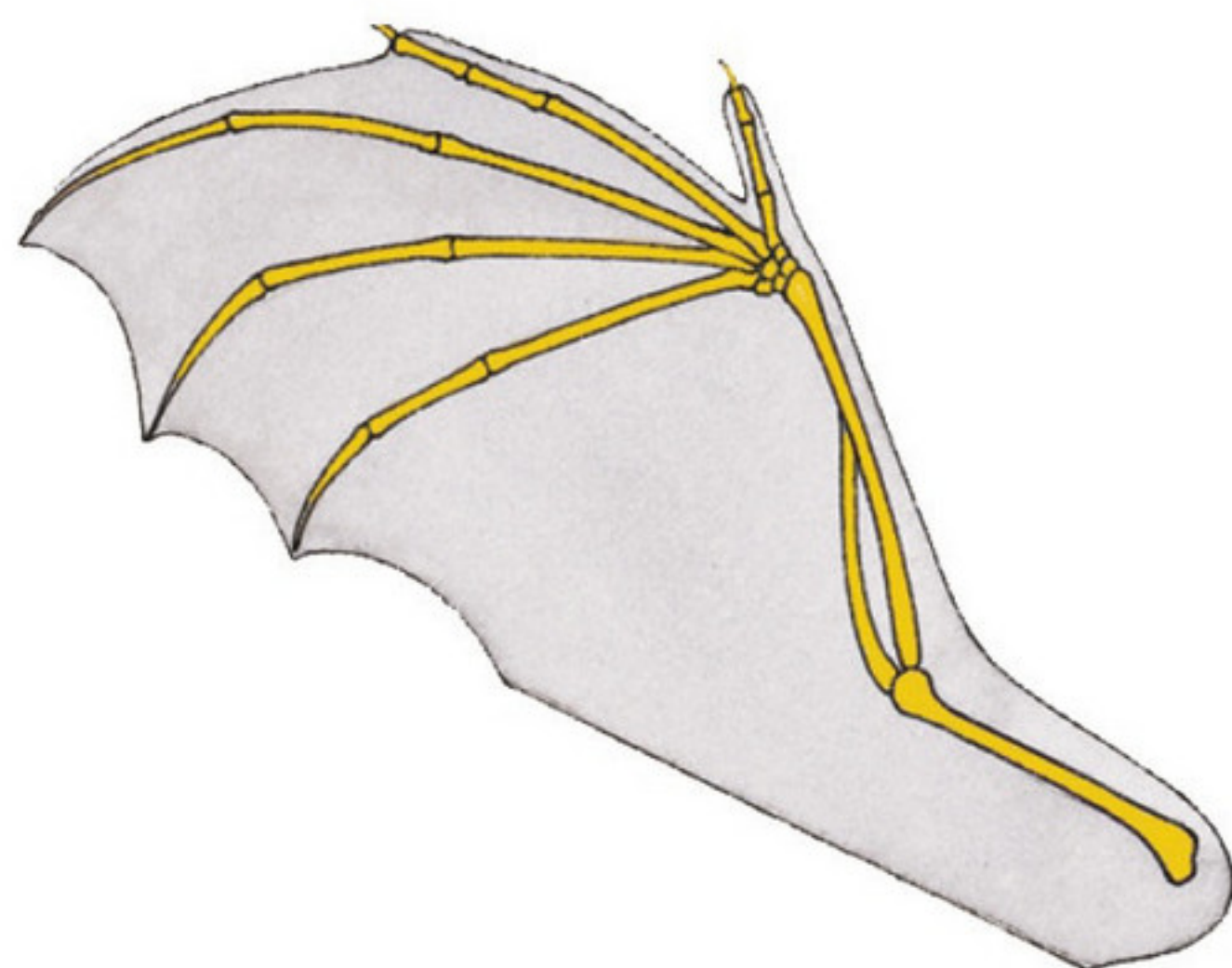
De volgende gegevens horen bij vraag 3 tot en met 5. In afbeelding 90 zijn de poot van een krokodil, de vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg getekend.

- 3 Welke van deze ledematen vertonen veel overeenkomst in bouw?
 - A De poot van een krokodil en de vleugel van een vleermuis.
 - B De poot van een krokodil en de vleugel van een vlieg.
 - C De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg.

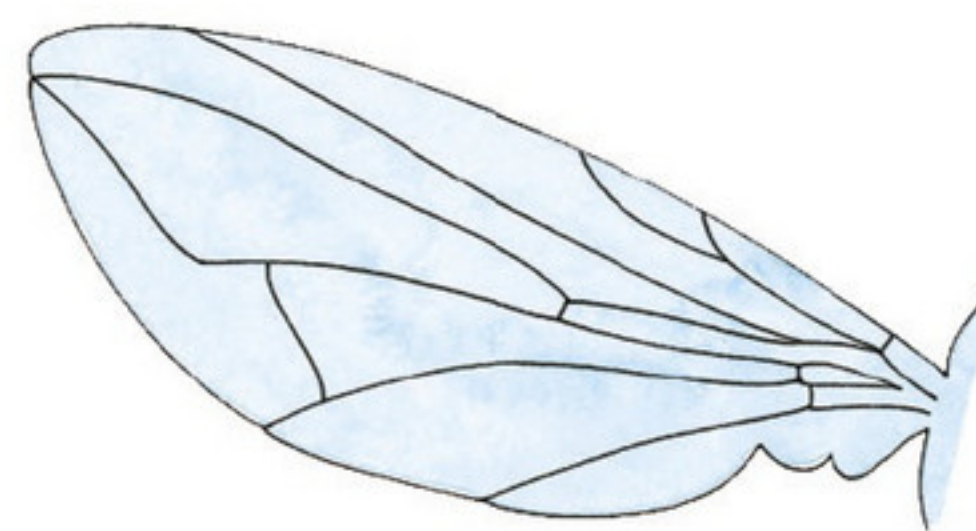
▼ **Afb. 90** Poot en vleugels van drie dieren.



1 de poot van een krokodil



2 de vleugel van een vleermuis



3 de vleugel van een vlieg

- 4 Welke van deze ledematen vertonen veel overeenkomst in functie?
 - A De poot van een krokodil en de vleugel van een vleermuis.
 - B De poot van een krokodil en de vleugel van een vlieg.
 - C De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg.
- 5 Welke van deze ledematen zijn waarschijnlijk uit dezelfde grondvorm ontstaan?
 - A De poot van een krokodil en de vleugel van een vleermuis.
 - B De poot van een krokodil en de vleugel van een vlieg.
 - C De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg.

De verrijkingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

PLUSSTOF

1 Kleur bij katten

Bijna de helft van alle huishoudens heeft een kat als huisdier. Misschien heb jij thuis ook een of meer katten. Je weet dat katten erg van elkaar verschillen als het gaat om het uiterlijk. Er is veel variatie in de kleur van de vacht. Erfelijkheid speelt daarbij een belangrijke rol.

BASISKLEUREN

Een kat heeft 19 paar chromosomen in elke celkern. Net als bij andere zoogdieren bestaat één paar chromosomen uit twee geslachtschromosomen. Een poes heeft twee X-chromosomen. Een kater heeft een X- en een Y-chromosoom. Een poes geeft via de eikel altijd een X-chromosoom door aan de jonge dieren. Een kater geeft via de zaadcel een X- of een Y-chromosoom door. De geslachtschromosomen spelen een rol bij het doorgeven van de vachtkleur.

▼ Afb. 91 Rode kater.



▼ Afb. 92 Schildpadkat.



De basiskleuren van een kat zijn zwart, rood of zwartrood (schildpadkat). Katten hebben op de geslachtschromosomen een gen voor de basiskleur. Het gen dat informatie doorgeeft voor een rode vacht, geven we aan met O. Informatie voor een zwarte vacht wordt doorgegeven door het gen o. Het gen voor de basiskleur van de vacht komt alleen voor op het X-chromosoom. Je geeft dat aan met XO (rood) of Xo (zwart).

Een poes kan homozygoot zijn voor de vachtkleur. Bij het genotype XOXO is de vachtkleur rood (zie afbeelding 91). Bij het genotype XoXo is de vachtkleur zwart. Het dier kan ook heterozygoot zijn. In dat geval is het genotype XOXo. De kat heeft dan rode en zwarte vlekken (schildpadkat) (zie afbeelding 92). Een kater heeft als genotype XOY of XoY. Het gen voor de rode of de zwarte vacht is niet op het Y-chromosoom aanwezig. Bij het genotype XOY is de kater rood. Een kater met het genotype XoY heeft een zwarte vacht.

ANDERE INVLOEDEN

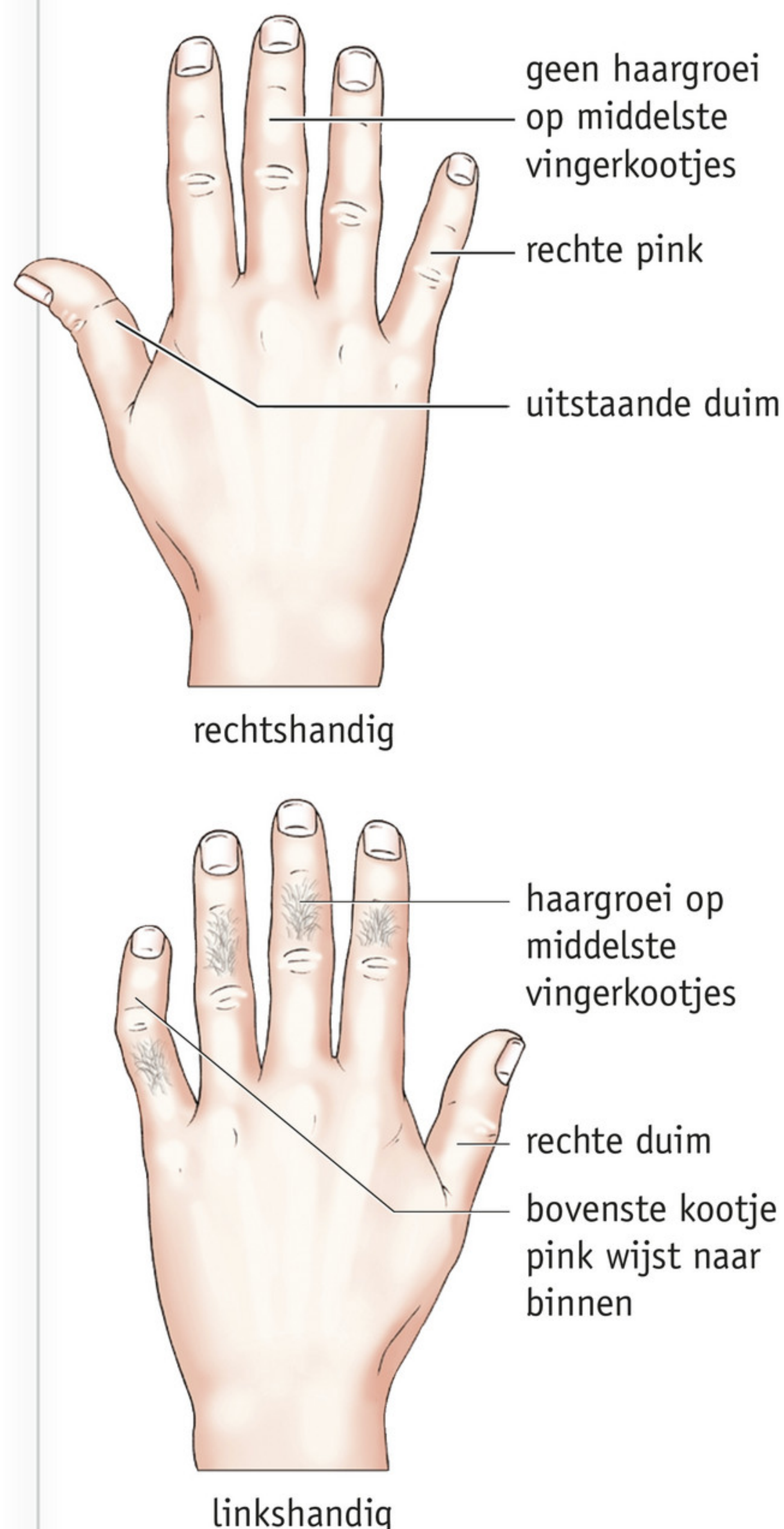
Naast de genen voor de basiskleur bestaan er nog allerlei andere genen die de vachtkleur beïnvloeden. Deze genen zorgen ervoor dat bij sommige katten de vacht effen is. Andere katten hebben een vacht met een tekening. Daarnaast zijn er ook genen voor een witte vacht, witte vlekken of een verdunde kleur. Een kat met een verdunde kleur is bijvoorbeeld blauwachtig of crème van kleur.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 152

2

Erfelijkheid in je familie

▼ Afb. 93 Erfelijke kenmerken.



▼ Afb. 94 Overerving.



Je hebt allerlei eigenschappen die bepalen hoe je eruitziet. Denk maar aan je haarkleur, de kleur van je ogen of de vorm van je handen. Die eigenschappen zijn erfelijk. Daarom zie je ze ook terug bij sommige familieleden. Je kunt ontdekken hoe eigenschappen binnen jouw familie overerven door een stamboomonderzoek uit te voeren.

In deze verrijgingsstof ga je zo'n onderzoek doen. Je kiest één bepaald kenmerk van het gezicht of de handen (zie afbeelding 93). Je onderzoekt hoe dit kenmerk overerft bij zo veel mogelijk familieleden (broers, zussen, ouders, grootouders, ooms, tantes, neven, nichten). De resultaten geef je weer in een stamboom en je maakt een verslag van je onderzoek.

BIOLOGISCH ONDERZOEK

Je gaat bij een biologisch onderzoek altijd op dezelfde manier te werk. Een biologisch onderzoek start met een probleemstelling. In dit geval zou de probleemstelling kunnen zijn: *Hoe erven kenmerken van het gezicht of de handen over bij mensen?*

Deze probleemstelling is te vaag om te kunnen onderzoeken. Daarom moet je je probleemstelling nauwkeuriger omschrijven. Je kiest één kenmerk uit waarmee je je onderzoek goed kunt uitvoeren. Dat moet dan een kenmerk zijn waarvan in je familie verschillende fenotypen voorkomen. Als namelijk al je familieleden voor een bepaalde eigenschap hetzelfde fenotype hebben, kun je geen conclusies trekken over de overerving van deze eigenschap.

Je ziet in afbeelding 94 verschillende kenmerken die geschikt zijn om de overerving ervan te onderzoeken. Je formuleert een onderzoeksvraag die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken. Bijvoorbeeld: *Hoe erft het kenmerk ... over in mijn familie?*

Je probeert voordat je met je onderzoek begint een antwoord te geven op je onderzoeksvraag. Je formuleert daarvoor een veronderstelling (verwachting). Je kunt bijvoorbeeld veronderstellen dat het gen voor een bepaalde eigenschap dominant is of recessief. Daarna bedenkt je een onderzoeksopzet om te onderzoeken of je veronderstelling klopt. Je maakt hierbij een werkplan. In je werkplan beschrijf je bijvoorbeeld welke familieleden je kiest voor je onderzoek. Je vermeldt op welke dag(en) je het onderzoek wilt uitvoeren. Ook beschrijf je hoe je de resultaten wilt weergeven.

Als je je onderzoek hebt uitgevoerd, maak je er een verslag van. Hierna staat uit welke zes onderdelen je verslag moet bestaan:

- 1 probleemstelling;
- 2 verwachting (veronderstelling);
- 3 onderzoek;
- 4 benodigdheden;
- 5 waarneming;
- 6 conclusie.

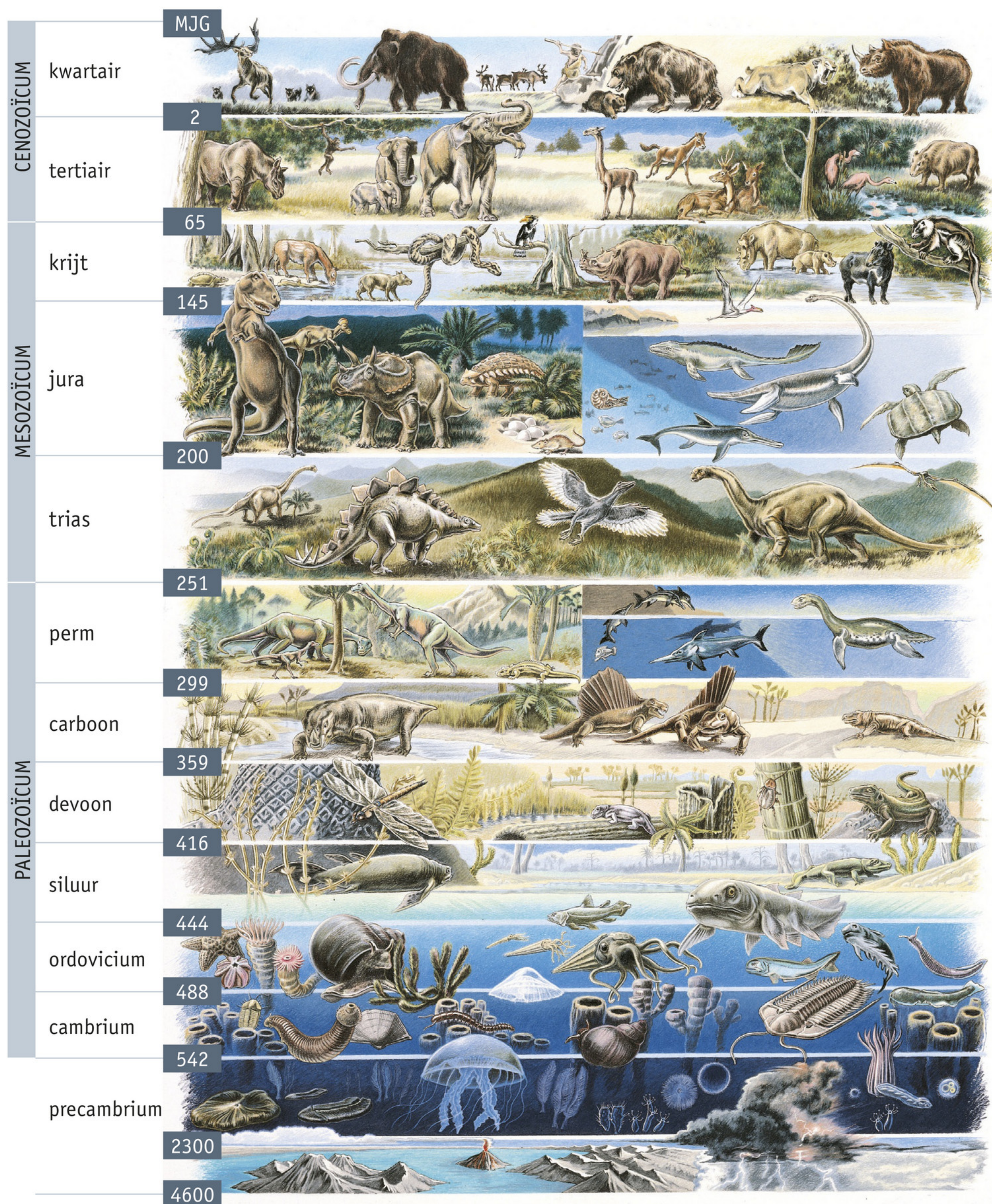
WB OPDRACHT 1 BLZ. 153

3 Ontwikkeling van het leven op aarde

Ongeveer 400 miljoen jaar geleden kropen de eerste vissen uit het water. Ze ontwikkelden poten in plaats van vinnen en longen in plaats van kieuwen. Uit deze vissen ontwikkelden zich alle landdieren met een wervelkolom, maar bijvoorbeeld ook de krokodillen, vogels en walvissen.

Deze verrijkingsstof beschrijft de ontwikkeling van het leven op aarde. Je leert hoe je een geologische tijdschaal kunt aflezen.

▼ **Afb. 95** Geologische tijdschaal (mjt = miljoen jaar geleden).



GEOLOGISCHE TIJDSCHAAL

De geschiedenis van het leven op aarde wordt verdeeld in **tijdperken**. De tijdperken worden verder onderverdeeld in **perioden**. In afbeelding 95 zie je een **geologische tijdschaal** van de tijdperken en perioden. Daarin is weergegeven hoeveel miljoen jaar geleden een periode begon en eindigde. In afbeelding 95 zijn bij elke periode in de geologische tijdschaal enkele levensvormen getekend. De oudste levensvormen op aarde staan onder in de afbeelding.

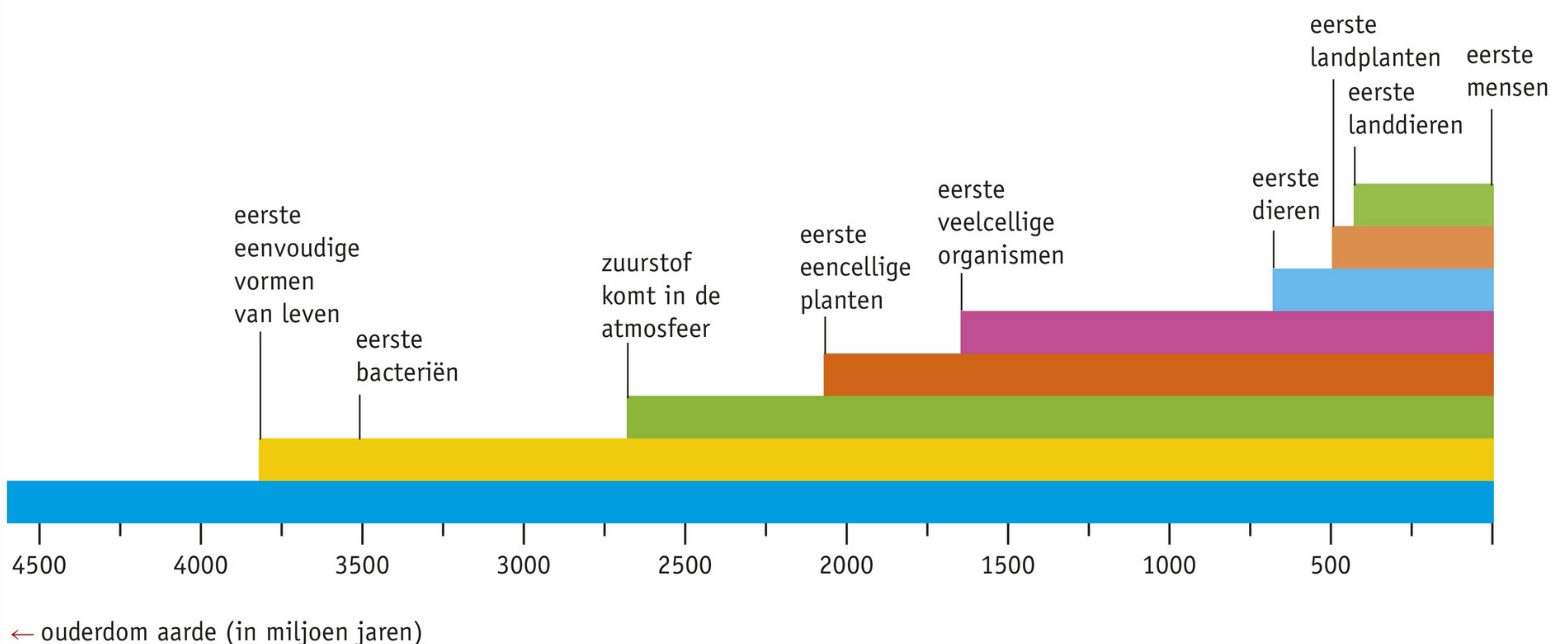
DE EERSTE LEVENSVORMEN

In afbeelding 96 zie je een tijdbalk van de geschiedenis van de aarde. De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar. We spreken ook wel over 4,6 miljard jaar. In het begin van het bestaan van de aarde was de temperatuur heel hoog. Hierdoor was er geen leven mogelijk. Daarnaast werd de aarde miljoenen jaren lang geteisterd door vulkaanuitbarstingen en inslagen van meteorieten.

Toen de aarde voldoende was afgekoeld (ongeveer 3800 miljoen jaar geleden), ontstonden de **eerste eenvoudige vormen van leven**. Deze eerste levensvormen waren eencellig. Ze hadden geen celkern en leefden in het water.

Ongeveer 3500 miljoen jaar geleden ontwikkelden de eerste levensvormen zich tot de eerste bacteriën. Daarna ontstonden eencellige organismen die aan fotosynthese deden. Deze organismen produceerden zuurstof. Daardoor kwam er langzaam zuurstof in het water en later ook in de atmosfeer (ongeveer 2700 miljoen jaar geleden). Het veroorzaakte een complete verandering in het leven op aarde. Zonder zuurstof zou er geen enkel dier op aarde kunnen leven.

▼ **Afb. 96** Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.



VERDERE ONTWIKKELING VAN HET LEVEN

Uit de eerste eencellige organismen ontwikkelden zich langzaam meer complexe levensvormen. Eerst ontstonden er eencellige planten en meercellige organismen. Vervolgens duurde het 1 miljard jaar tot er voldoende zuurstof in het water was voor de eerste dieren. De eerste dieren zagen er heel anders uit dan de dieren die wij kennen. Ze waren nauw verwant aan sponzen, wormen en kwallen.

Tijdens het cambrium (ongeveer 500 miljoen jaar geleden) ontstonden ineens heel veel soorten. De meeste dieren hadden iets dat op ogen leek. Daarmee konden ze actief voedsel zoeken op de zeebodem. Dat voedsel kon plantaardig zijn. Maar er werd voor het eerst ook op andere dieren gejaagd. Kwallen vielen bijvoorbeeld ten prooi aan gepantserde krabben. Daarnaast ontstonden de eerste dieren met een wervelkolom. Dat waren de voorouders van de eerste vissen.

Tijdens het devoon, zo'n 400 miljoen jaar geleden, kwamen de eerste dieren en planten aan land. Er ontstonden kikkers, salamanders, hagedissen en reuzeninsecten. Zo waren er libellen met een vleugelwijdte van 75 cm.

Tijdens het krijt (145-65 miljoen jaar geleden) bevolkten vooral dinosauriërs de aarde. Het waren monsters in de zee, op het land en in de lucht van soms wel 25 m lang. Aan hun bestaan kwam 65 miljoen jaar geleden plotseling een einde met de inslag van een enorme meteoriet. Een explosie, vloedgolven en uitgestrekte bosbranden volgden. Slecht een kwart van alle diersoorten overleefde. De rest is uitgestorven. Zo ook de dinosauriërs.

Na het uitsterven van de dinosauriërs kregen vogels en zoogdieren de ruimte om zich te ontwikkelen. Ze namen enorm toe in aantal en in grootte. Het grootste landzoogdier ooit heette de indricotherium. Het leek op een kruising tussen een tapir, een giraffe en een paard. Het dier kon 9 m lang en 5,5 m hoog worden (zie afbeelding 97). Door zijn nek uit te rekken, kon het dier blaadjes van bomen plukken op 8 m hoog. Dat is 2 m hoger dan een giraffe.

► **Afb. 97** Een mens, een indricotherium en een Afrikaanse olifant.



Pas drie miljoen jaar geleden ontstonden in Afrika de eerste mensachtigen. Alle mensen die nu leven, hebben een gemeenschappelijke voorouder. Die 150 000 jaar geleden in Afrika leefde.

Examentrainer

TAAISLIJMZIEKTE

Naar: examen vmbo-gt 2014-1, vraag 6 en 7.

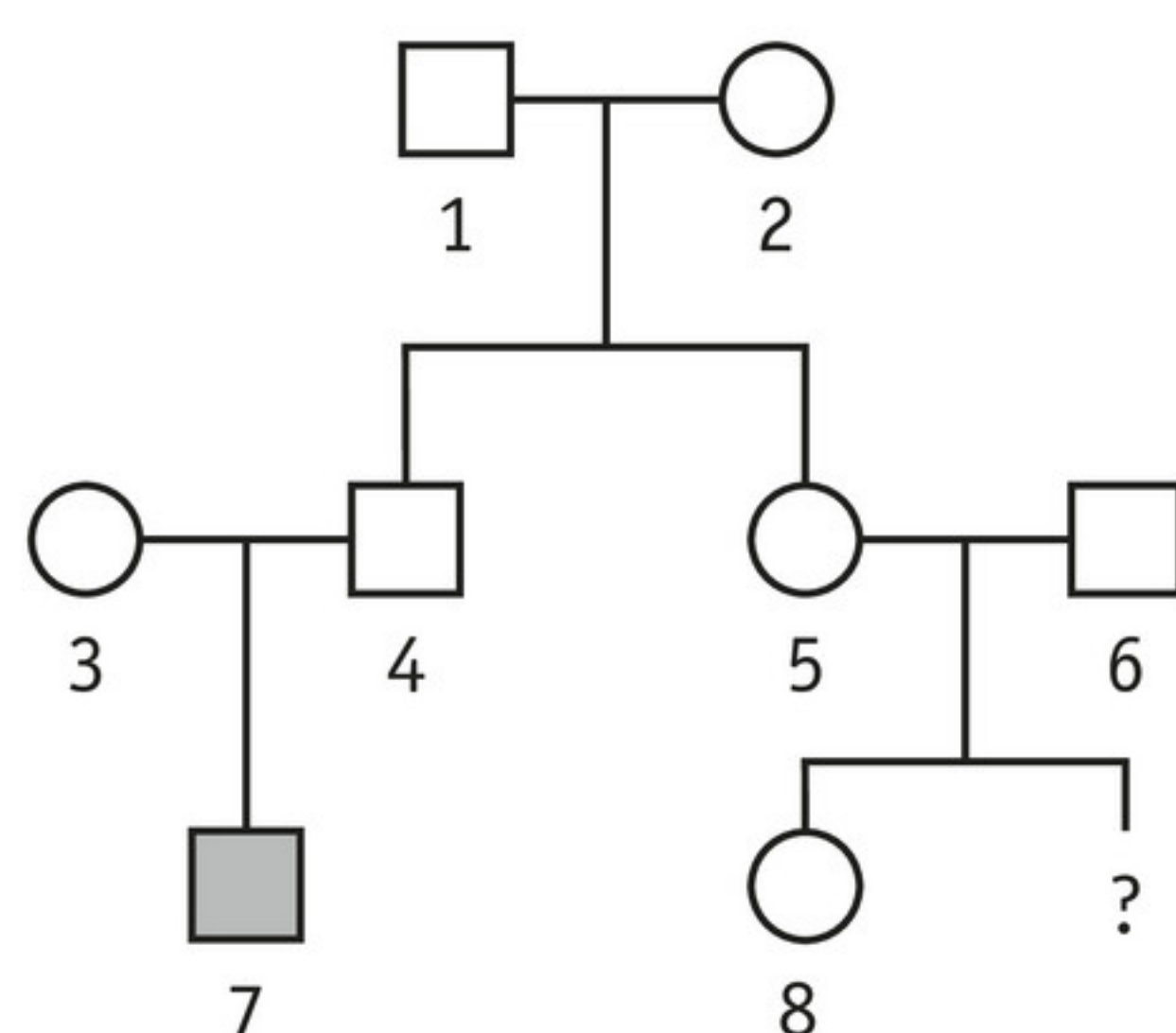
Taaismlijmziekte is een ziekte waarbij slijm dat in het lichaam wordt gemaakt, abnormaal dik en taai is. Dit veroorzaakt problemen in verschillende orgaanstelsels. Taaismlijmziekte wordt veroorzaakt door een recessief gen (a). In afbeelding 98 zie je een stamboom van een familie waarin de ziekte voorkomt.

- 1p **1** Wat is het genotype van nummer 7 in de stamboom?
- A AA.
 - B Aa.
 - C aa.

Nummer 5 en 6 in de stamboom zijn beiden heterozygoot voor het gen dat taaismlijmziekte veroorzaakt. Ze krijgen nog een dochter.

- 1p **2** Hoe groot is de kans dat deze dochter geen taaismlijmziekte heeft?
- A 0%.
 - B 25%.
 - C 50%.
 - D 75%.
 - E 100%.

▼ **Afb. 98** Stamboom taaismlijmziekte.



Legenda:

- □ = geen taaismlijmziekte
- = taaismlijmziekte

Taaismlijmziekte is vast te stellen door prenataal onderzoek van cellen van de baby.

Er zijn drie methoden die worden gebruikt bij prenataal onderzoek:

- 1 echoscopie;
 - 2 vlokentest;
 - 3 vruchtwaterpunctie.
- 1p **3** Bij welke van deze methoden worden cellen van de ongeboren baby weggenomen?
- A Alleen bij 1.
 - B Alleen bij 2.
 - C Alleen bij 3.
 - D Zowel bij 1 als bij 2.
 - E Zowel bij 1 als bij 3.
 - F Zowel bij 2 als bij 3.

ANDALUSIËRS

Bron: examen vmbo-gt 2014-1, vraag 18.

Bij het kippenras Andalusiërs zijn er drie verschillende fenotypen voor de verenkleur: zwart, wit en blauw. De blauwe kleur is een intermediair fenotype.

Een blauwe kip wordt gekruist met een blauwe haan.

- 1p **4** Hoe groot is de kans dat een nakomeling uit deze kruising blauwe veren heeft?
- A 0%
 - B 25%
 - C 50%
 - D 75%
 - E 100%

GLASTUINBOUW

Naar: examen vmbo-gt 2012-1, vraag 45.

Een tomatenplant met ovale tomaten wordt gekruist met een plant met ronde tomaten. Beide planten zijn homozygoot. Nakomelingen uit deze kruising worden met elkaar gekruist.

- 1p **5** Welke fenotypen kunnen onder de nakomelingen van deze laatste kruising verwacht worden?
- A Alleen planten met ovale tomaten.
 - B Alleen planten met ronde tomaten.
 - C Zowel planten met ovale als planten met ronde tomaten.

EVOLUTIE VAN PLANTEN

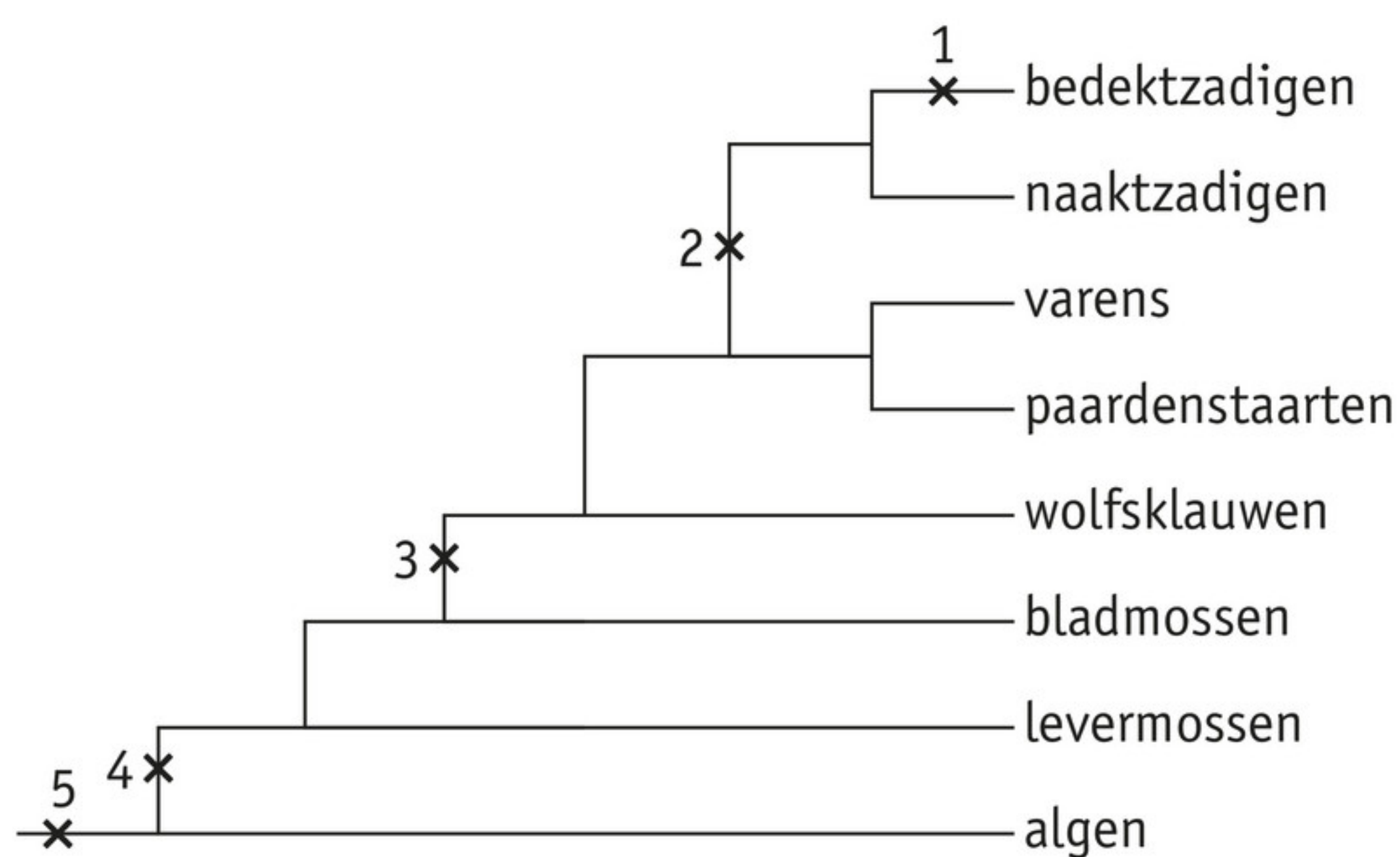
Naar: examen vmbo-gt 2014-1, vraag 11.

Jaap vindt informatie over de afstamming van planten volgens de evolutietheorie. Met behulp van deze informatie maakt hij een stamboom (zie afbeelding 99). De cijfers in de stamboom geven aan wanneer enkele eigenschappen zijn ontstaan tijdens de evolutie van planten.

Jaap trekt twee conclusies uit de gegevens in zijn stamboom:

- 1 Varens zijn meer verwant aan paardenstaarten dan aan naaktzadigen.
 - 2 Alle planten met vaatbundels maken zaden voor de voortplanting.
- 1p 6 Zijn deze conclusies juist volgens de gegevens in de stamboom?
- A Alleen conclusie 1 is juist.
 - B Alleen conclusie 2 is juist.
 - C Geen van beide conclusies is juist.
 - D Zowel conclusie 1 als conclusie 2 is juist.

▼ **Afb. 99** Stamboom evolutie van planten.



Legenda:

- 1 = bloemen en vruchten
- 2 = zaden
- 3 = vaatbundels
- 4 = voortplantingscellen beschermd tegen droogte
- 5 = bladgroenkorrels

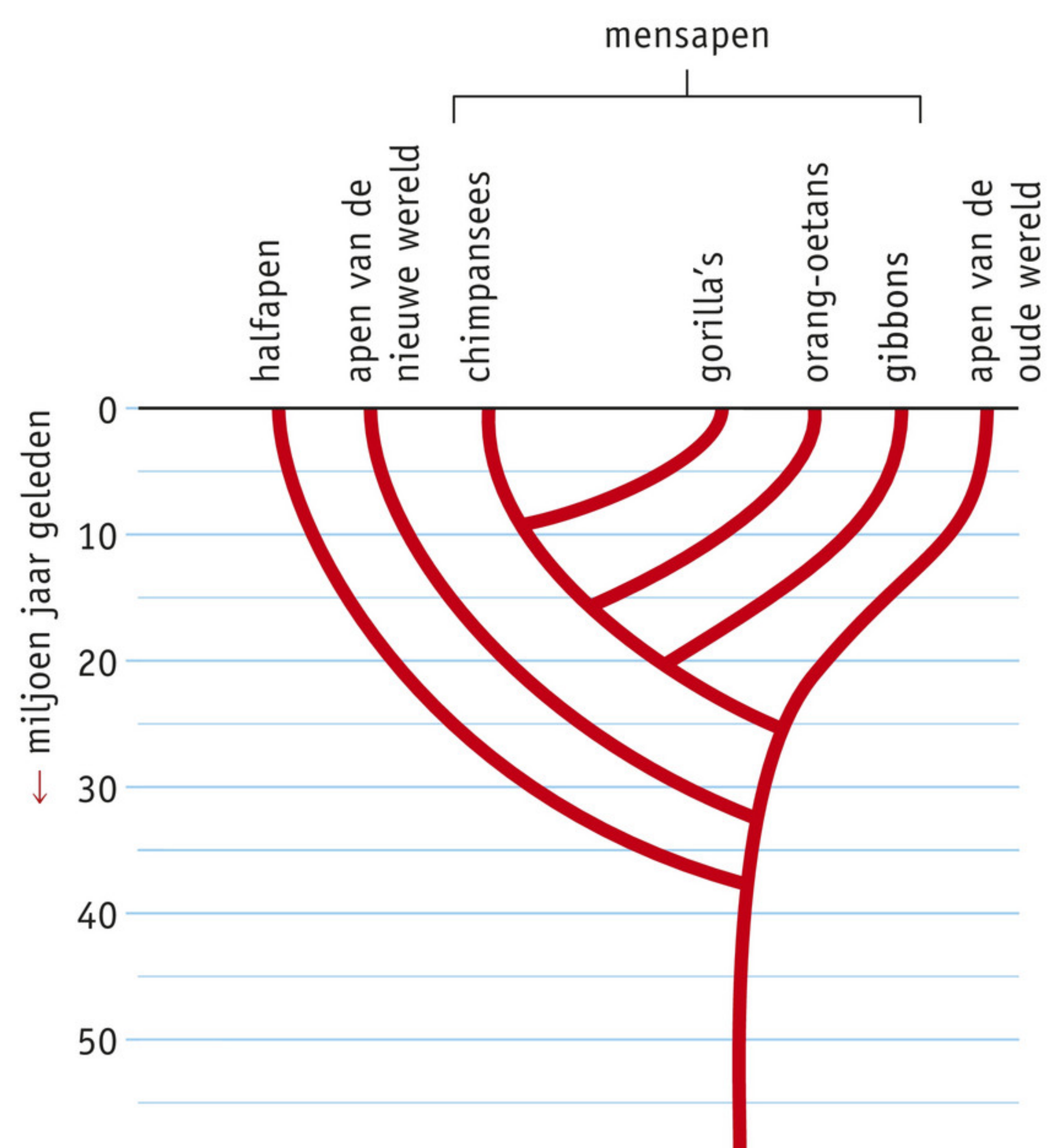
EEN STAMBOOM

Naar: examen vmbo-gt 2014-2, vraag 26 en 27.

Bart vindt op internet een stamboom die de afstamming weergeeft van apen en halfapen volgens de evolutietheorie (zie afbeelding 100).

- 1p 7 Hoeveel miljoen jaar geleden begon de ontwikkeling van de apen van de oude wereld als aparte groep volgens de gegevens in de stamboom?
- A Ongeveer 25 miljoen jaar geleden.
 - B Ongeveer 35 miljoen jaar geleden.
 - C Ongeveer 37 miljoen jaar geleden.
 - D Ongeveer 43 miljoen jaar geleden.
 - E Meer dan 55 miljoen jaar geleden.
- 1p 8 Aan welke groep zijn de gorilla's het meest verwant volgens de stamboom?
- A Aan de apen van de nieuwe wereld.
 - B Aan de apen van de oude wereld.
 - C Aan de chimpansees.
 - D Aan de gibbons.
 - E Aan de halfapen.
 - F Aan de orang-oetans.

▼ **Afb. 100** Stamboom van de apen en halfapen.



4

Ordering



BASISSTOF

- 1 Organismen ordenen
- 2 Bacteriën
- 3 Schimmels
- 4 Planten
- 5 Dieren
- 6 Organismen determineren

160
167
169
172
175
184

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

187
191

VERRIJKINGSSTOF

- 1 De dubbele naamgeving
- 2 De watervlo
- 3 Practicum: De mossel

199
200
201

EXAMENTRAINER

202



In Nederland leven 45 000 soorten schimmels, planten en dieren. Er is ordening nodig om al die soorten te bestuderen en uit elkaar te houden. Ordenen is het indelen van organismen in groepen. Daarbij let je op hun kenmerken. In dit thema leer je hoe biologen organismen ordenen.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Organismen ordenen

Op aarde leven meer dan acht miljoen soorten organismen, zoals champignons, brandnetels, regenwormen en mensen. Biologen delen al deze organismen in groepen in. Ze letten daarbij op **gemeenschappelijke kenmerken**. Dat zijn kenmerken die bij alle organismen van een groep voorkomen.

INDELEN IN GROEPEN

Indelen in groepen heeft een belangrijk voordeel. Als je weet tot welke groep een organisme hoort, weet je enkele kenmerken van dat organisme. Iemand vertelt je bijvoorbeeld dat hij een *Haliaeetus albicilla* heeft gezien. Je weet dan waarschijnlijk niet waar het over gaat. Hij zegt je dat het een vogel is. Je weet dan meteen al enkele kenmerken van dat dier. (*Haliaeetus albicilla* is een zeearend, zie afbeelding 1.)

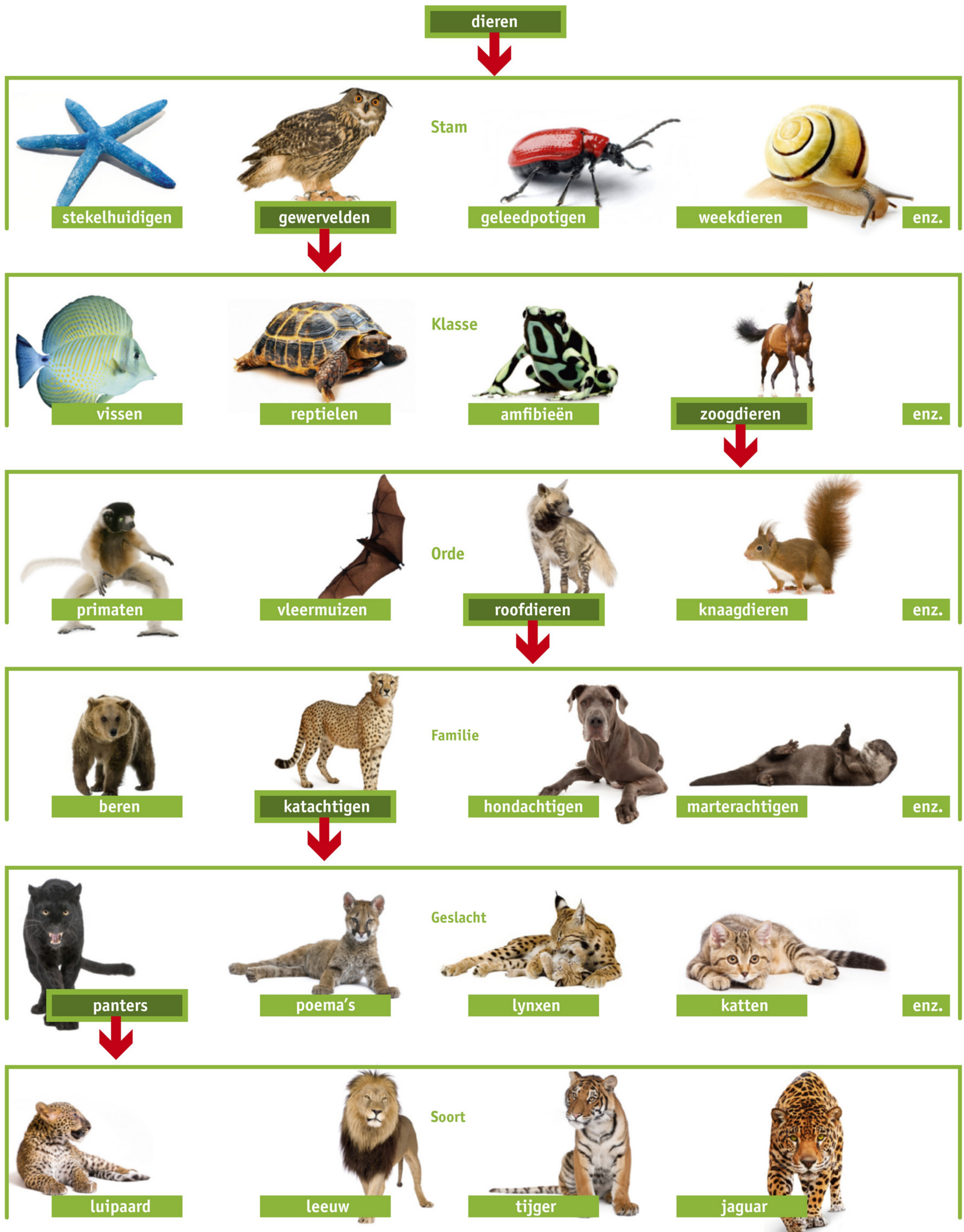
INDELEN IN STEEDS GROTERE GROEPEN

Het indelen van organismen wordt ook wel **ordening** genoemd. Je kunt organismen ordenen in groepen op basis van hun kenmerken.

- De bekendste groep is de **soort**. In afbeelding 2 kun je zien tot welke groepen tijgers en leeuwen horen.
- Tijgers en leeuwen lijken veel op elkaar, maar ze behoren tot twee verschillende soorten. Deze soorten hebben zoveel gemeenschappelijke kenmerken, dat ze bij elkaar horen in het **geslacht** panthers.
- Sommige geslachten hebben zoveel gemeenschappelijke kenmerken, dat ze bij elkaar horen in een **familie**. Zo behoren de geslachten panthers en poema's tot de familie van de katachtigen.
- Katachtigen horen samen met onder andere de familie van de hondachtigen tot de **orde** van de roofdieren. Alle dieren in deze orde vinden voedsel door te jagen. Dat geldt niet voor andere dieren, zoals knaagdieren.
- De orden roofdieren en knaagdieren horen wel allebei tot de **klasse** van de zoogdieren.
- En de zoogdieren horen weer samen met bijvoorbeeld de orde van de reptielen tot de **stam** van de gewervelden.
- De gewervelden behoren samen met andere stammen tot het **rijk** van de dieren. In basisstof 5 gaan we verder op de kenmerken van dieren in.

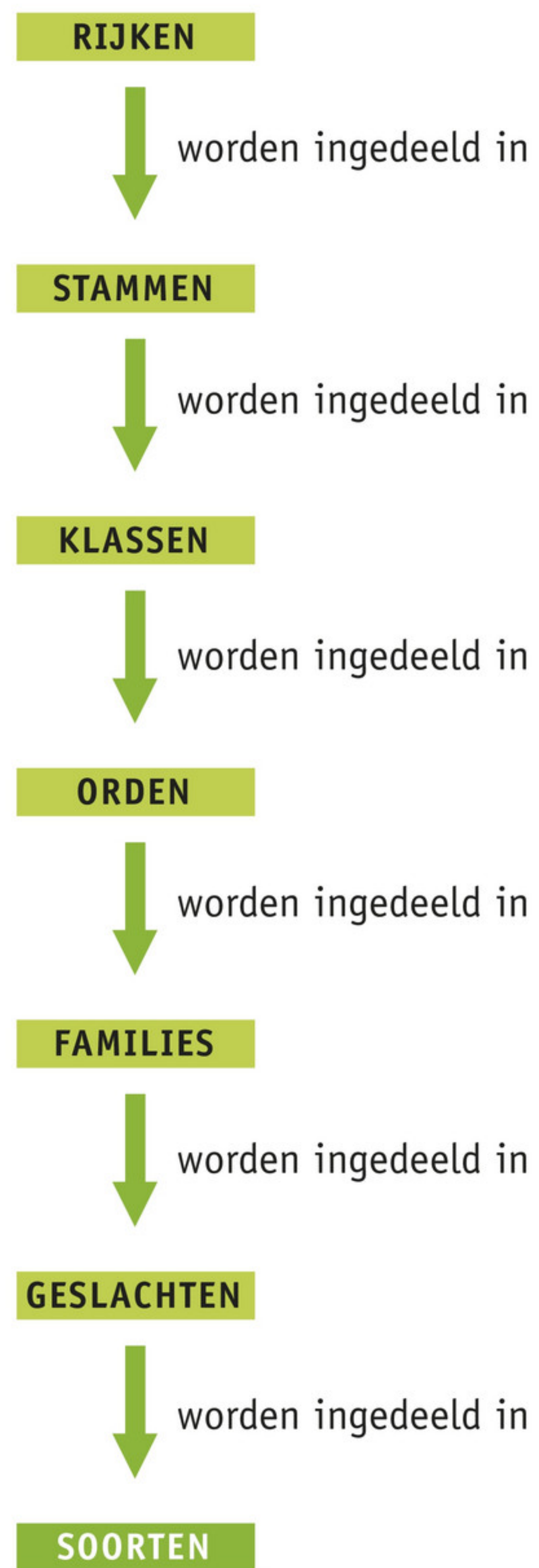
▼ Afb. 1 *Haliaeetus albicilla*.



▼ **Afb. 2** De verdere indeling van het dierenrijk.

De organismen van een rijk kunnen dus worden ingedeeld in steeds kleinere groepen. In afbeelding 3 zie je deze groepen van groot naar klein.

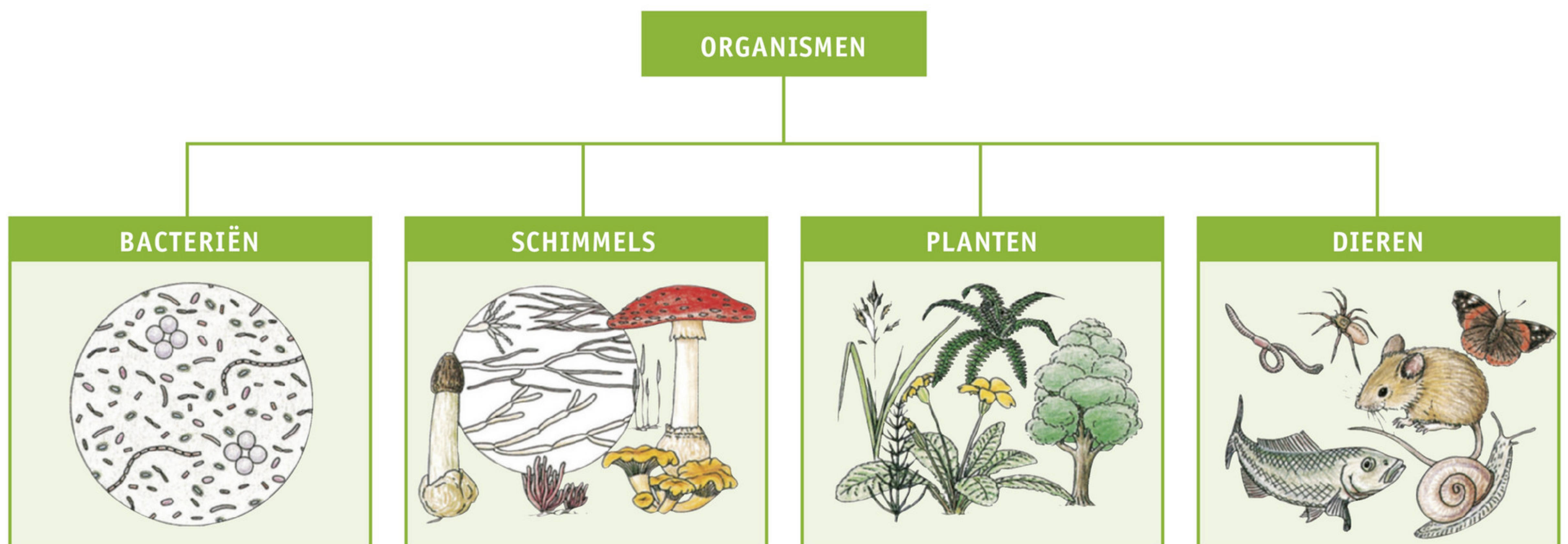
► **Afb. 3** Indeling van organismen in steeds kleinere groepen.



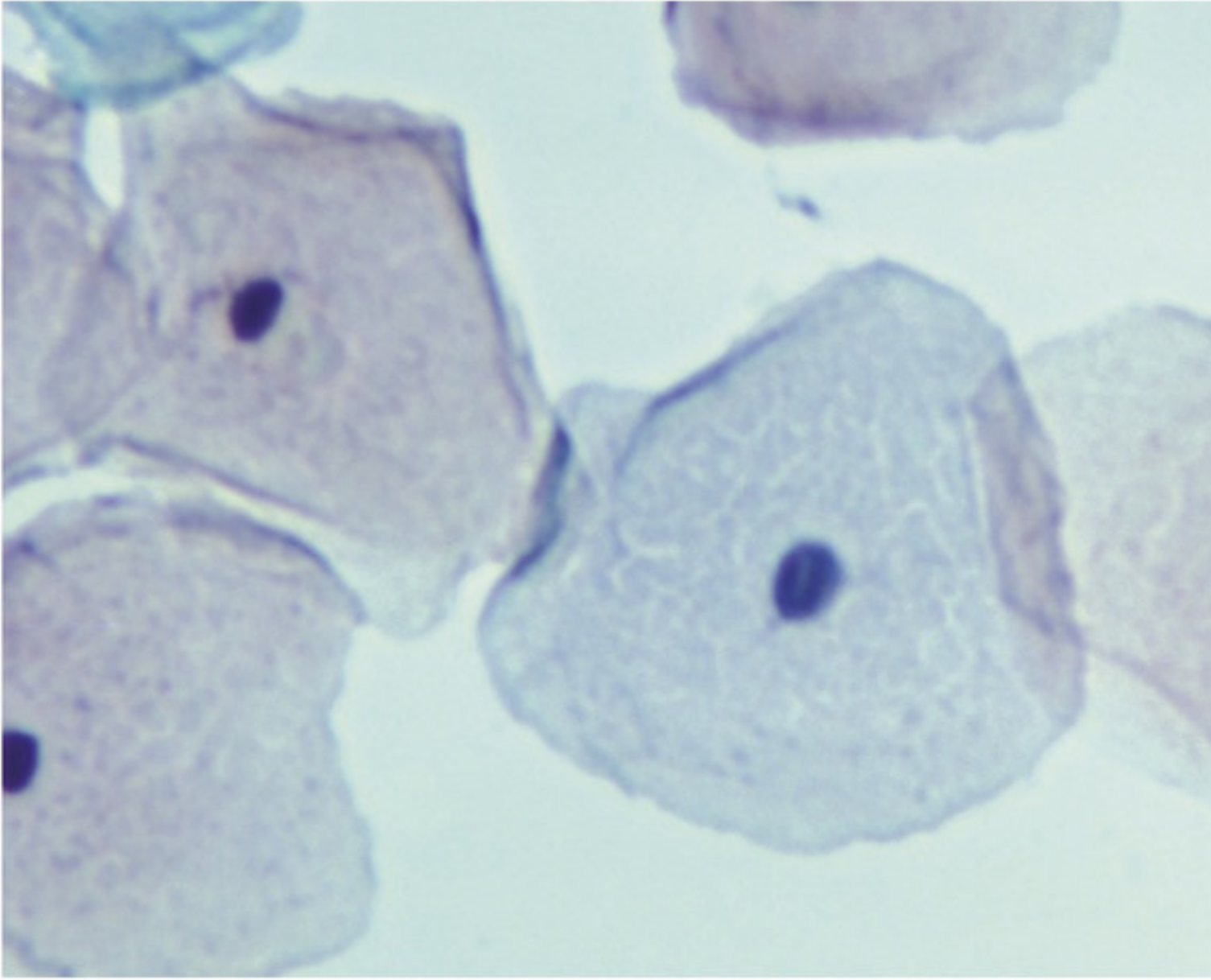
KENMERKEN

Biologen delen organismen in vier **rijken** in. In afbeelding 4 zie je een vertakkingsschema van de indeling van organismen in rijken. Biologen delen mensen in bij het dierenrijk.

▼ **Afb. 4** De vier rijken.



- ▼ **Afb. 5** Dierlijke cellen hebben wel celkernen.



Bij de indeling van organismen in rijken letten we op verschillende kenmerken. Een van deze kenmerken is het aantal cellen waaruit organismen bestaan. Er zijn eencellige organismen en meercellige organismen. Andere kenmerken zijn celkernen, celwanden en bladgroenkorrels. Deze kenmerken kunnen aanwezig of afwezig zijn.

AANTAL CELLEN

Bacteriën zijn **eencellige** organismen. Bij schimmels, planten en dieren komen eencellige en **meercellige** soorten voor. Bij de meeste meercellige organismen zien niet alle cellen er hetzelfde uit. De cellen vertonen verschillen in bouw en functie. Bij meercellige organismen komen dan ook weefsels en organen voor.

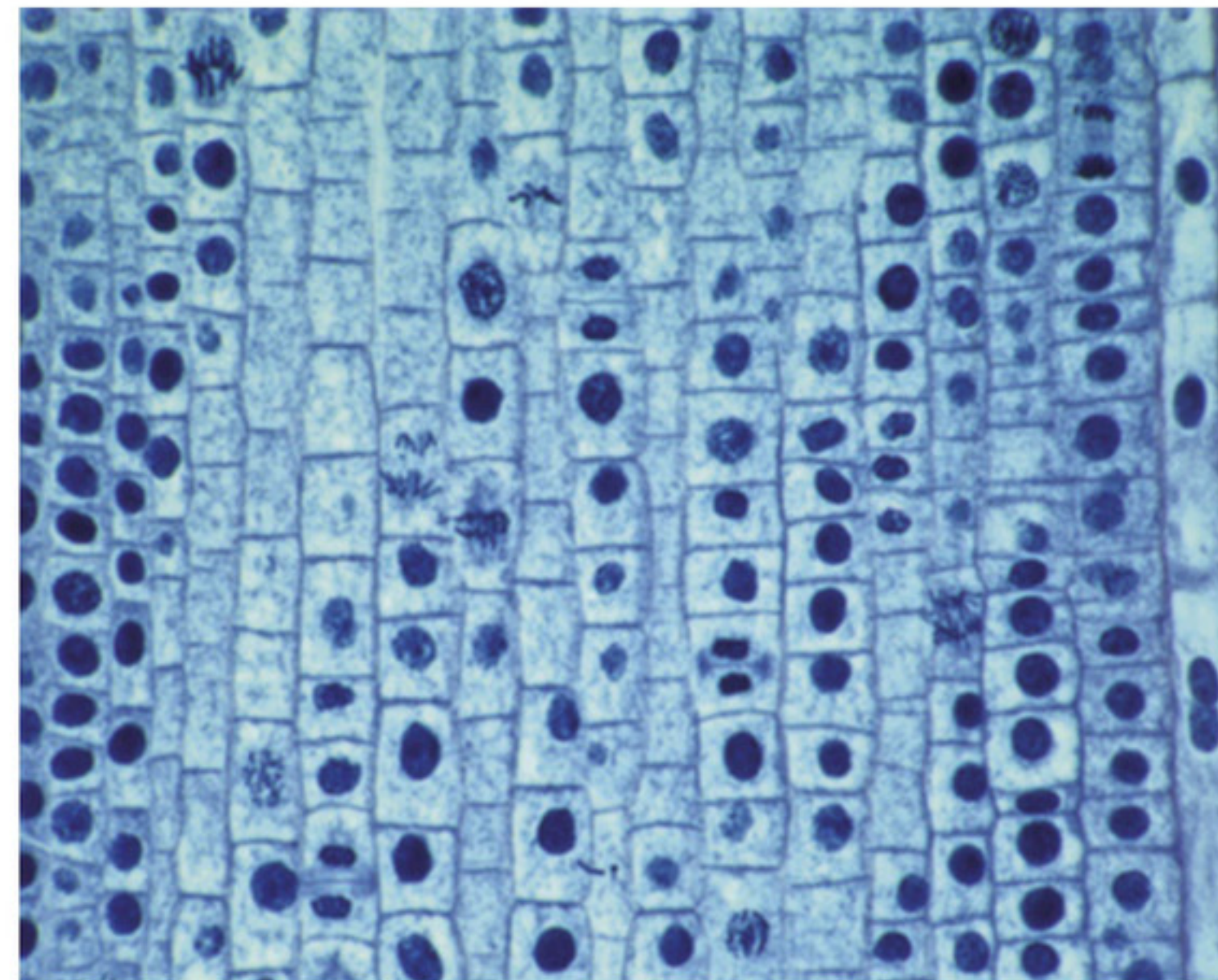
AANWEZIGHEID VAN CELKERNEN

Schimmels, planten en dieren hebben duidelijke celkernen (zie afbeelding 5). Bacteriën hebben geen celkern. Een **celkern** is door het kernmembraan gescheiden van het cytoplasma. Dat heb je in thema 1 Organen en cellen geleerd. In een celkern komen chromosomen voor. Een bacterie heeft geen kernmembraan. De chromosomen van bacteriën liggen los in het cytoplasma.

AANWEZIGHEID VAN CELWANDEN

Dieren zijn de enige organismen die om hun cellen geen **celwanden** hebben. Bacteriën, schimmels en planten hebben wel celwanden om hun cellen (zie afbeelding 6).

- **Afb. 6** Plantencellen hebben wel celwanden.



AANWEZIGHEID VAN BLADGROENKORRELS

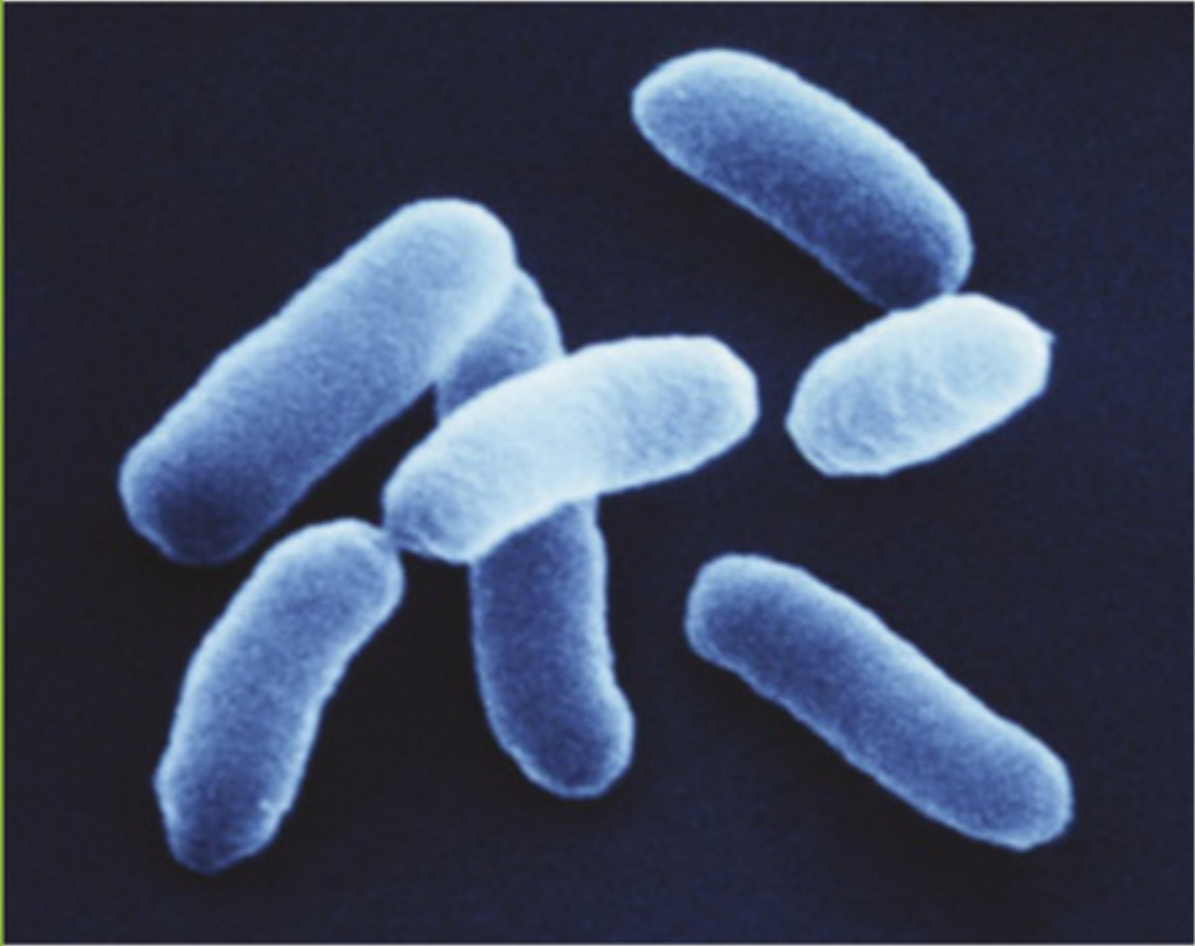
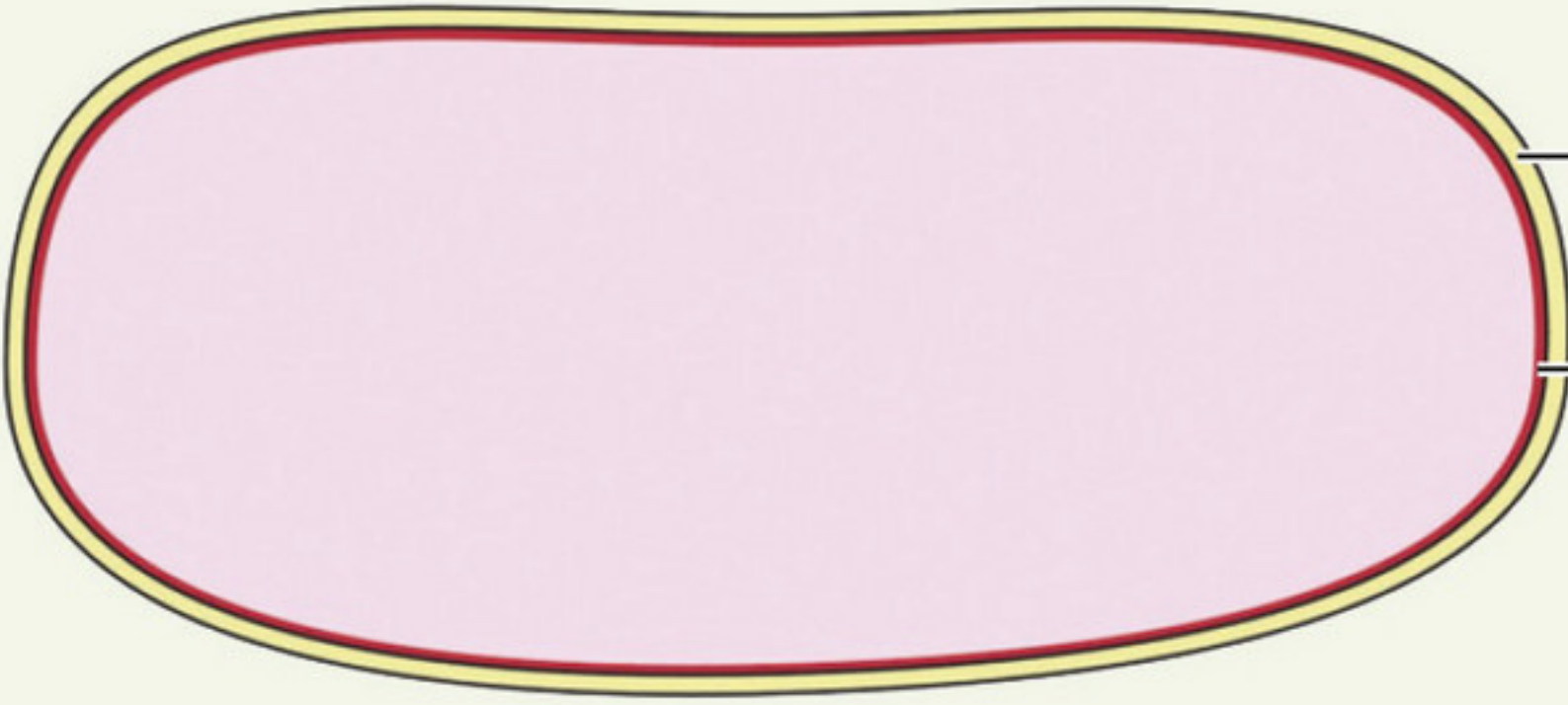
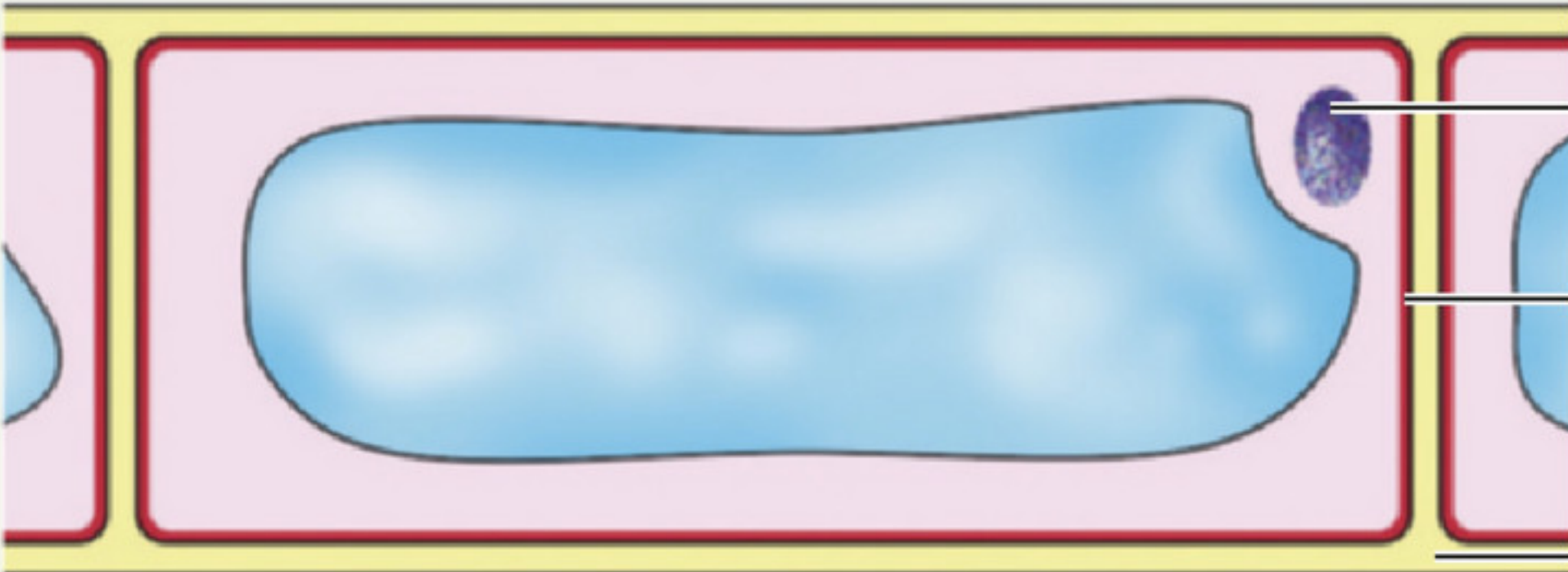
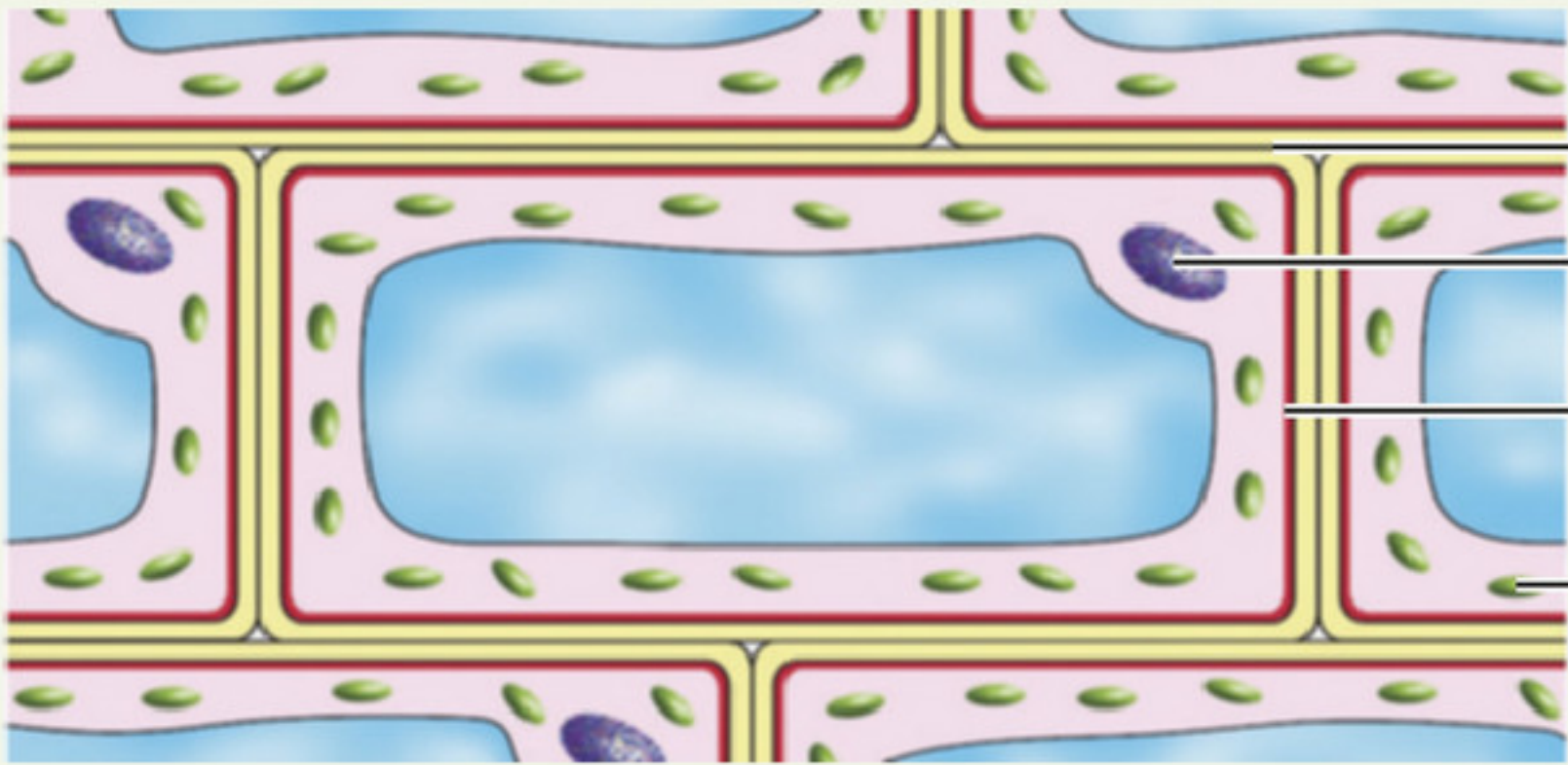
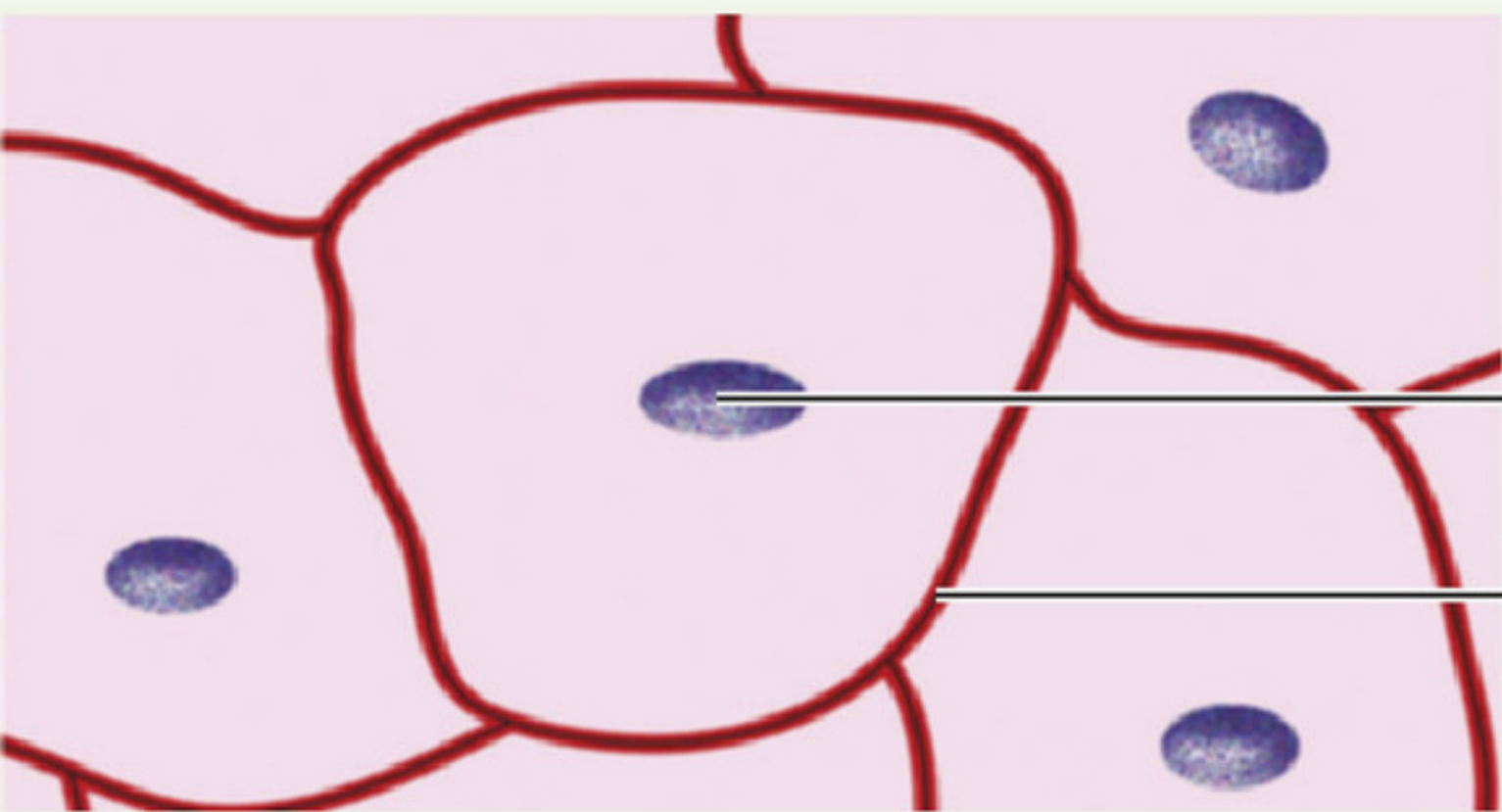
Bij planten komen in het cytoplasma van veel cellen **bladgroenkorrels** voor (zie afbeelding 7). Bacteriën, schimmels en dieren hebben geen bladgroenkorrels. Je hebt geleerd dat in bladgroenkorrels **fotosynthese** plaatsvindt.

- **Afb. 7** Plantaardige cellen hebben wel bladgroenkorrels.



In afbeelding 8 is van bacteriën, schimmels, planten en dieren één soort organisme als voorbeeld weergegeven. Daarbij staan de kenmerken van deze groepen organismen vermeld.

▼ **Afb. 8** De kenmerken van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

RIJKEN	CELKENMERKEN
BACTERIËN	
	 vergroting: 20 000x celwand celmembraan
SCHIMMELS	
	 vergroting: 1140x celkern celmembraan celwand
PLANTEN	
	 vergroting: 920x celwand celkern celmembraan bladgroenkorrel
DIEREN	
	 vergroting: 600x celkern celmembraan

SOORTEN EN RASSEN

Een Afrikaanse olifant en een Indische olifant lijken veel op elkaar. Toch behoren ze niet tot dezelfde soort (zie afbeelding 9).

Organismen behoren tot dezelfde soort als ze zich onderling kunnen voortplanten. Als ze nakomelingen krijgen, moeten die zich ook kunnen voortplanten. De nakomelingen moeten dus **vruchtbaar** zijn. Organismen behoren tot één soort als ze samen vruchtbare nakomelingen kunnen voortbrengen.

▼ **Afb. 9** Twee verschillende soorten olifanten.



1 Afrikaanse olifant



2 Indische olifant

Een Afrikaanse olifant en een Indische olifant kunnen zich niet samen voortplanten. Een dwergteckel en een Duitse dog lijken veel minder op elkaar dan de olifanten. Toch kunnen een dwergteckel en een Duitse dog zich wel samen voortplanten en vruchtbare nakomelingen voortbrengen. Ze behoren dus tot één soort (zie afbeelding 10). Het zijn twee verschillende **rasen** van de soort hond.

► **Afb. 10** Twee rassen van dezelfde soort.



1 dwergteckel

2 Duitse dog

▼ Afb. 11

Wel of geen aparte soorten?

Soms is het moeilijk te bepalen of organismen wel of niet tot verschillende soorten behoren. Ezels en paarden bijvoorbeeld zijn twee aparte soorten. Maar een ezel en een paard kunnen wel nakomelingen krijgen.

Als een ezelin wordt gekruist met een paardenhengst, krijg je een muilezel. Als een paardenmerrie wordt gekruist met een ezelhengst, krijg je een muildier. Muilezels zijn altijd onvruchtbaar, maar heel soms

zijn er muildieren die zich wel kunnen voortplanten.

Wetenschappers weten nog niet hoe het komt dat deze muildieren zich kunnen voortplanten.

Er zijn ook andere diersoorten die zich samen kunnen voortplanten. Het is bijvoorbeeld mogelijk een kameel met een lama te kruisen. De nakomeling wordt een kamal genoemd. Een kamal kan zich niet voortplanten.



1 ezel



2 paard



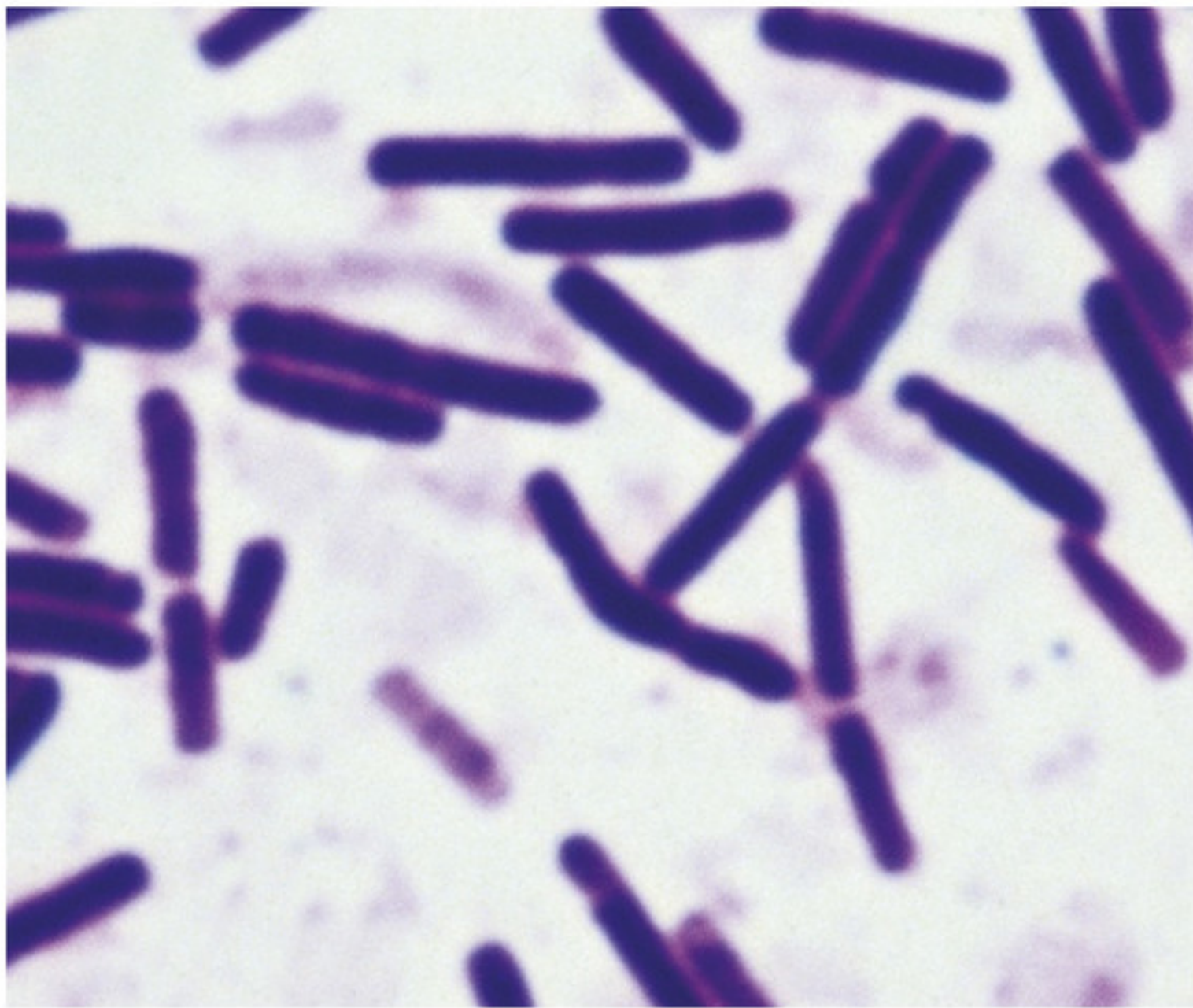
3 muilezel



4 muildier

2 Bacteriën

▼ **Afb. 12** Zo zie je bacteriën met een gewone microscoop (vergroting 600×).



▼ **Afb. 13** Bacteriën met zweepharen (elektronenmicroscopische foto, vergroting 15 000×).



▼ **Afb. 14** Kringvormig chromosoom van een bacterie (elektronenmicroscopische foto, vergroting 80 000×).



Je ziet ze niet maar ze zijn overal: bacteriën. Ze zitten bijvoorbeeld op je handen, je oor en je wang. En dus ook op je mobiele telefoon. Een mobiele telefoon bevat 25 000 bacteriën per vierkante centimeter. Op je huid zitten er nog veel meer.

Lang niet al deze bacteriën zijn schadelijk. Sommige zijn zelfs nuttig en houden je gezond. In deze basisstof leer je meer over het rijk van de bacteriën.

KENMERKEN

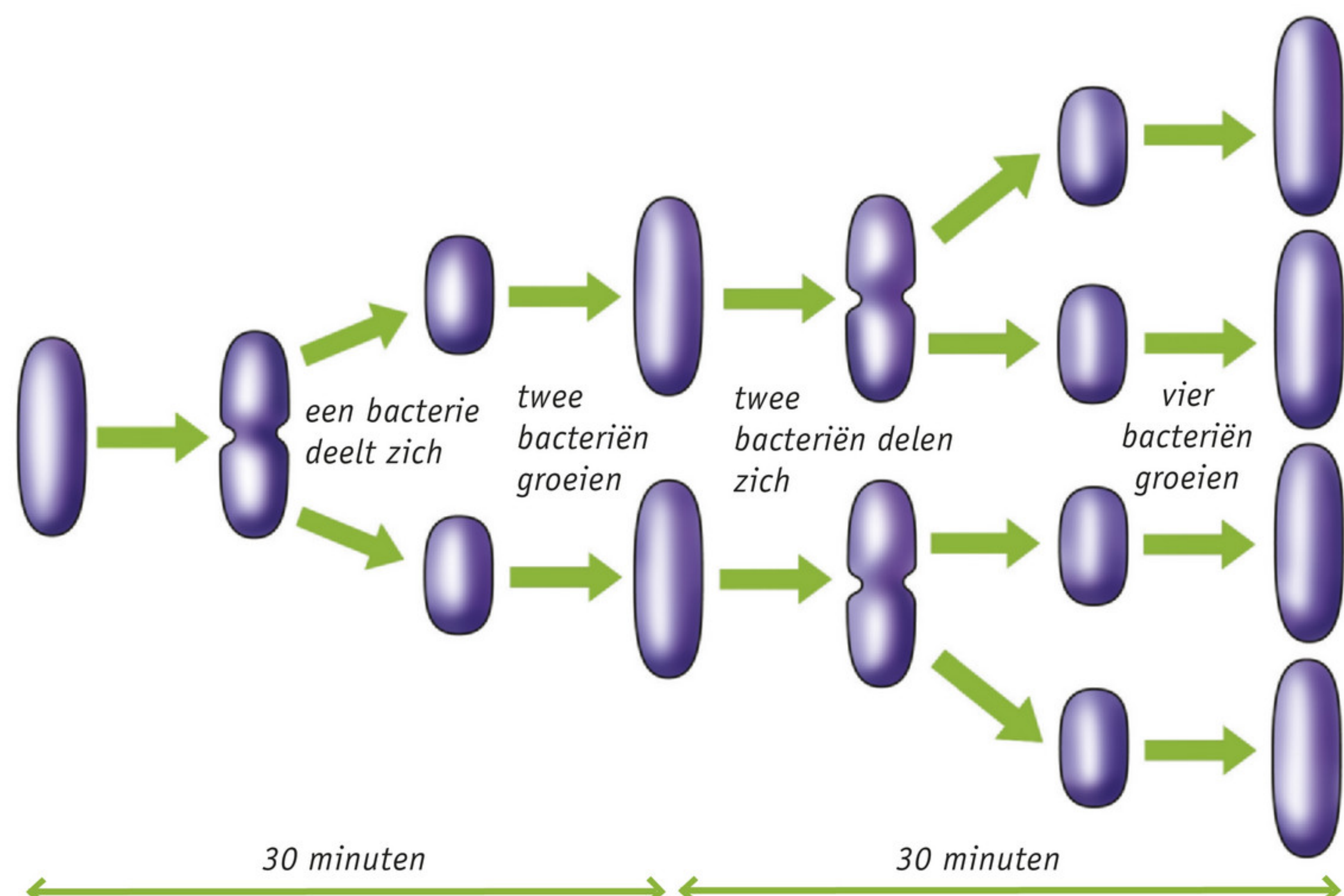
Bacteriën zijn **eencellig**: ze bestaan uit één enkele cel. Bacteriën zijn zo klein dat ze met een gewone microscoop alleen als puntjes of streepjes te zien zijn. Zelfs als je de sterkste vergroting gebruikt (zie afbeelding 12). Om bacteriën goed te kunnen bestuderen, is een elektronenmicroscoop nodig. Deze microscoop kan tot enkele tienduizenden keren vergroten. Met een elektronenmicroscoop kun je bij bacteriën onderdelen zien, bijvoorbeeld zweepharen (zie afbeelding 13). Met de zweepharen kunnen bacteriën zich voortbewegen.

Je hebt geleerd dat bacteriën geen kernmembranen hebben. De chromosomen liggen los in het cytoplasma. Veel bacteriesoorten hebben kringvormige chromosomen (zie afbeelding 14).

VOORTPLANTING

Bacteriën planten zich voornamelijk voort door **deling** (zie afbeelding 15). Er ontstaan dan twee kleinere bacteriën. Deze groeien tot ze even groot zijn als de oorspronkelijke bacterie. Onder gunstige omstandigheden kan een bacterie zich elk halfuur delen. Zo kan uit een enkele bacterie een hele kolonie ontstaan.

▼ **Afb. 15** Voortplanting bij bacteriën (schematisch).



NUTTIGE EN SCHADELIJKE BACTERIËN

Bacteriën komen overal voor. De meeste soorten bacteriën voeden zich met dode resten van organismen. In de natuur ruimen bacteriën de dode resten van organismen op. Hierbij komen **voedingsstoffen** (**voedingszouten**) vrij die door planten kunnen worden gebruikt. Bacteriën noemen we daarom **reducenten**.

Ons voedsel bestaat vaak ook uit (dode) resten van organismen (bijvoorbeeld fruit, groenten, vlees). Hierop kunnen bacteriën goed leven. Daardoor kan het voedsel bederven. Voedselbederf kun je tegengaan door voedsel te **conserveren**. Je kunt ook het voedsel op een koele plaats bewaren. In deel 4 leer je daar meer over.

▼ **Afb. 16** Bij de productie van deze voedingsmiddelen worden bacteriën gebruikt.



Speciale soorten bacteriën worden gebruikt bij de productie van voedingsmiddelen. Ze worden bijvoorbeeld gebruikt om yoghurt en zuurkool te maken (zie afbeelding 16).

Bacteriën worden ook gebruikt bij de productie van geneesmiddelen, voedingsstoffen, hormonen en eiwitten. Een voorbeeld van zo'n voedingsstof is aspartaam in lightproducten. In wasmiddelen kunnen bijvoorbeeld enzymen (eiwitten) zitten die door bacteriën zijn gemaakt. Deze enzymen zorgen ervoor dat de vieze vlekken uit je kleren gaan, ook als je op lage temperaturen wast.

Het gebruiken van organismen in technische processen noem je **biotechnologie**. Je hebt dit geleerd in thema 3 Erfelijkheid en evolutie.

▼ **Afb. 17** Antibiotica.



Bepaalde soorten bacteriën kunnen ziekten veroorzaken. We spreken dan van een **bacteriële infectie**. Voorbeelden hiervan zijn cholera, longontsteking, oorontsteking en tuberculose.

Bacteriële infectieziekten kunnen worden bestreden met **antibiotica** (zie afbeelding 17). Een voorbeeld van een antibioticum is **penicilline**. Met een antibioticum treedt bij de meeste bacteriële infectieziekten snel genezing op. Het is natuurlijk beter om ervoor te zorgen dat je geen infectieziekte oploopt. Door een goede **hygiëne** kun je veel infectieziekten voorkomen. In afbeelding 18 staan adviezen voor een goede hygiëne.

▼ **Afb. 18**

ADVIEZEN VOOR EEN GOEDE HYGIËNE

- 1 Was je handen na het gebruik van het toilet en voordat je gaat eten.
- 2 Gebruik bij het (bereiden van) eten pannen, borden, bekken en bestek die schoon zijn.
- 3 Was of schil groenten en fruit, voordat je die eet.
- 4 Zorg ervoor dat vlees, kip en vis goed gaar zijn voordat je ze eet.
- 5 Bewaar klaargemaakt voedsel niet te lang.

WB OPDRACHT 9 T/M 16 BLZ. 162

3 Schimmels

Bij schimmels denk je misschien aan rottend fruit. Maar ook paddenstoelen zijn schimmels. En schimmels worden bijvoorbeeld gebruikt om brood of geneesmiddelen te maken.

In deze basisstof leer je meer over het rijk van de schimmels.

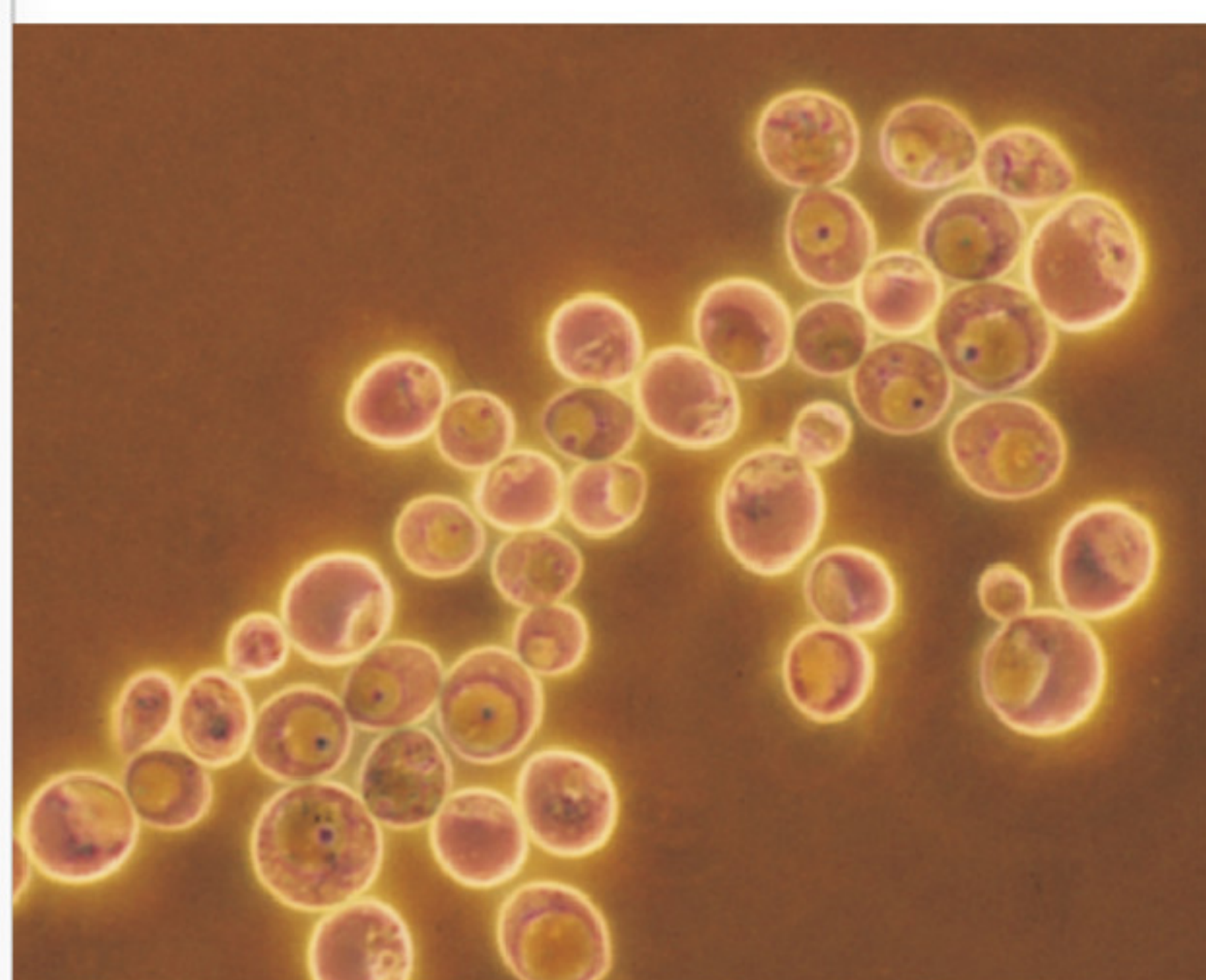
KENMERKEN

Schimmels kunnen **eencellig** of **meercellig** zijn. **Gisten** zijn eencellige schimmels (zie afbeelding 19). Meercellige schimmels bestaan meestal uit lange, dunne draden: de **schimmeldraden**. Die vind je bijvoorbeeld op een beschimmelde boterham (zie afbeelding 20). Andere meercellige schimmels vormen paddenstoelen. In het najaar kun je in het bos veel verschillende soorten paddenstoelen vinden.

▼ Afb. 19 Gist.



1 bakkersgist bestaat uit gistcellen



2 microscopische foto van gistcellen (vergroting 600x)

▼ Afb. 20 Schimmeldraden.



1 schimmeldraden op een beschimmelde boterham

schimmeldraad

2 microscopische foto van schimmeldraden (gekleurd, vergroting 600x)

VOORTPLANTING

Net als bacteriën planten gistcellen zich voornamelijk voort door **deling**. Meercellige schimmels planten zich meestal voort door middel van sporen. **Sporen** zijn cellen waaruit een nieuwe schimmel kan ontstaan. Bij veel soorten schimmels ontstaan de sporen aan de uiteinden van schimmeldraden die omhoog groeien. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de **penseelschimmel** (zie afbeelding 21). Bij andere schimmelsoorten ontstaan de sporen in de paddenstoelen (zie afbeelding 22).

WB PRACTICUM 2 EN 3 BLZ. 191

▼ **Afb. 21** Penseelschimmel (gekleurd, vergroting 600×).



▼ **Afb. 22** Onderzijde van een paddenstoel.



NUTTIGE EN SCHADELIJKE SCHIMMELS

De meeste soorten schimmels voeden zich met dode resten van organismen. De schimmels zijn reducenten. Net als bacteriën ruimen ze in de natuur de resten van organismen op (zie afbeelding 23). Schimmels kunnen ook voedsel doen bederven (zie afbeelding 24).

▼ **Afb. 23** Schimmels ruimen de resten van planten en dieren op.



▼ **Afb. 24** Voedselbederf door schimmels



Sommige soorten schimmels kunnen ziekten bij planten, dieren of mensen veroorzaken. Bij mensen wordt onder andere **zwemmerseczeem** veroorzaakt door een schimmelinfectie. Bij zwemmerseczeem is de huid tussen de tenen ontstoken. Schimmelinfecties kunnen worden bestreden met geneesmiddelen.

Speciale soorten schimmels worden gebruikt bij de productie van voedingsmiddelen zoals brood, bier, wijn en schimmelkaas. Bij de bereiding van brood, bier en wijn wordt gist gebruikt. Bakkers voegen gist toe aan het deeg om het te laten rijzen (zie afbeelding 25). Bij de productie van brood zorgt gist ervoor dat het gas koolstofdioxide ontstaat. Daardoor wordt het brood luchtiger. Ook zorgt gist ervoor dat er alcohol ontstaat. Alcohol in brooddeeg verdampt tijdens het bakken in de oven. Bij de productie van bier en wijn wordt gist juist gebruikt voor het produceren van alcohol. Hierbij ontstaat ook koolstofdioxide. Van sommige soorten schimmels kun je de paddenstoelen eten, bijvoorbeeld de paddenstoel van de champignon.

► **Afb. 25** Brooddeeg.



1 voordat de gisten hun werk hebben gedaan



2 nadat de gisten hun werk hebben gedaan

WB OPDRACHT 17 T/M 19 BLZ. 167

4 Planten

De mens kan niet leven zonder planten. Planten zorgen voor zuurstof in de atmosfeer, en we gebruiken veel planten om voedsel of kleding van te maken. In deze basisstof leer je hoe je het plantenrijk verder kunt indelen in stammen en klassen.

INDELING VAN HET PLANTENRIJK

Planten bestaan uit meerdere cellen. De cellen vormen samen weefsels en organen. Wortels, stengels, bladeren en bloemen zijn plantenorganen. Dat heb je in thema 1 Organen en cellen geleerd. Bij de indeling van het plantenrijk in stammen wordt gelet op de **plantenorganen**.

▼ **Afb. 26** Indeling van het plantenrijk.

1 MOSSEN

KENMERKEN:

- geen echte wortels
- wel stengels en bladeren
- geen hout- en bastvaten
- voortplanting door sporen



steenlevermos

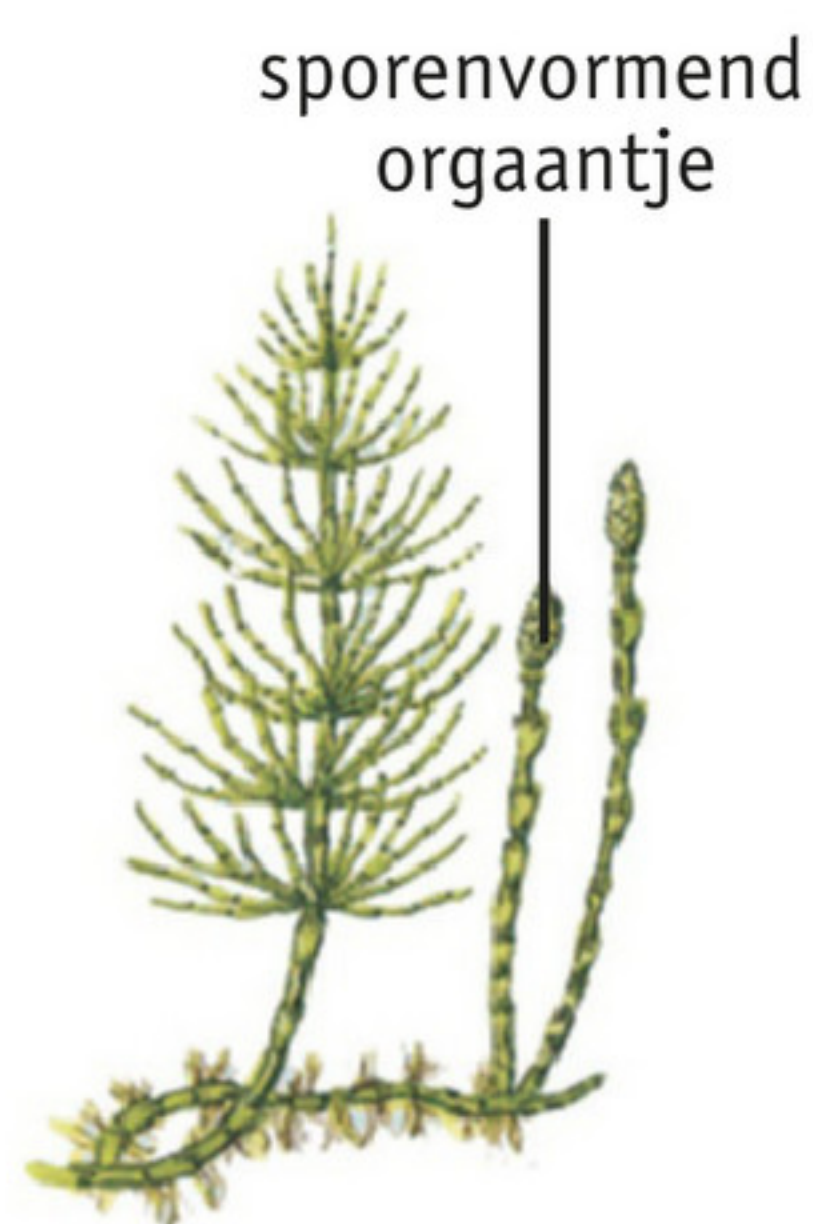


haarmos

2 PAARDENSTAARTEN

KENMERKEN:

- wortels, stengels en bladeren
- hout- en bastvaten
- de stengels zijn hol en geled
- voortplanting door sporen

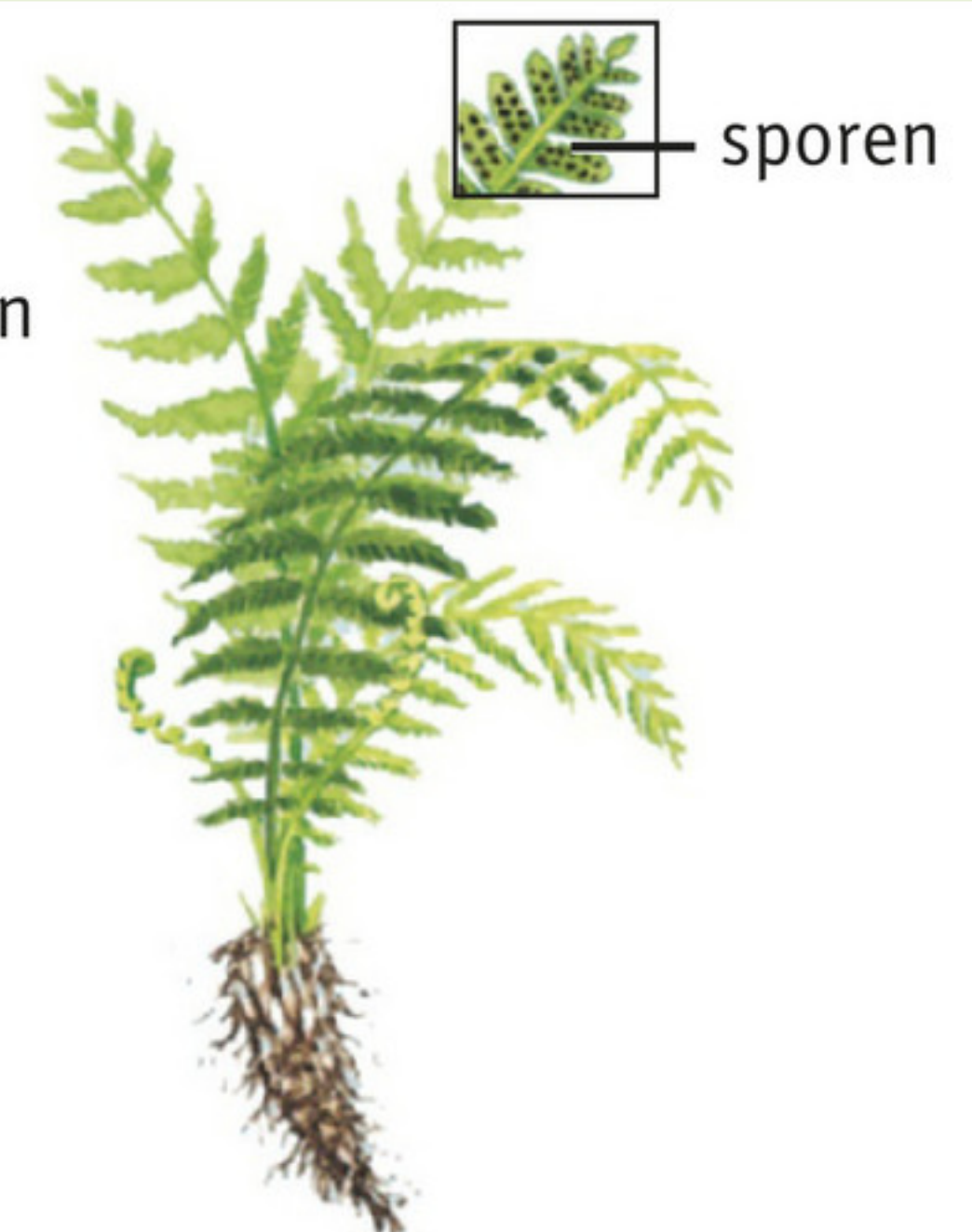


heermoes

3 VARENS

KENMERKEN:

- wortels, stengels en bladeren
- hout- en bastvaten
- de bladeren zijn groot en meestal ingesneden
- voortplanting door sporen



mannetjesvaren

4 ZAADPLANTEN

KENMERKEN:

- wortels, stengels en bladeren
- hout- en bastvaten
- voortplanting door zaden

1 Naaktzadigen



den

spar

2 Bedektzadigen



gras

paardenbloem

eik

In afbeelding 26 zie je dat het plantenrijk wordt verdeeld in vier stammen: **mossen**, **paardenstaarten**, **varens** en **zaadplanten**. Mossen, paardenstaarten en varens hebben wortels, stengels en bladeren, maar geen bloemen. Voortplanting vindt plaats door middel van **sporen**. Deze planten worden ook wel **sporenplanten** genoemd. Ook **zaadplanten** hebben wortels, stengels en bladeren. Sommige zaadplanten hebben bloemen. Voortplanting vindt plaats door middel van **zaden**.

WB PRACTICUM 4 BLZ. 194

INDELING VAN DE ZAADPLANTEN

We verdelen de zaadplanten in twee klassen: bedektzadigen en naaktzadigen (zie afbeelding 26).

Bij **bedektzadige planten** zitten de zaden in **vruchten**. De zaden zijn ‘bedekt’ door de vruchten (zie afbeelding 27). Voorbeelden van vruchten zijn appels, kersen, bessen en peulen. Bij sommige bedektzadige planten zijn de vruchten moeilijk te zien. Tot de bedektzadigen horen alle loofbomen en struiken. Loofbomen zijn bomen met platte bladeren, zoals eiken en kersenbomen. Ook kruidachtige planten zoals de witte dovenetel en gras horen tot de bedektzadigen.

► **Afb. 27** Een kers is een bedektzadige plant.



1 kersenboom



2 de zaden zitten in een vrucht

Bij **naaktzadige planten** zitten de zaden tussen de schubben van **kegels**. De kegels van dennen en sparren heb je vast wel eens gevonden in een bos. Als de schubben open gaan staan, liggen de zaden onbedekt ('naakt') tussen de schubben (zie afbeelding 28). De bladeren van de meeste soorten naaktzadigen zijn **naaldvormig**. Alle naaldbomen behoren tot de naaktzadigen.

► **Afb. 28** Een spar is een naaktzadige plant.



1 spar



3 doorgesneden rijpe kegel met zaden



4 zaden van een spar

▼ **Afb. 29**

2 gesloten kegels van een spar

Ginkgo: een levend fossiel

De ginkgo of Japanse notenboom is de oudste zaadplant ter wereld. Als je een ginkgo ziet, zie je eigenlijk een levend fossiel. Toen er nog dinosauriërs rondliepen, waren er meerdere ginkgo-soorten in grote aantallen aanwezig. Die enorme ginkgowouden bestaan inmiddels niet meer. De ginkgo's zijn op één soort na allemaal uitgestorven.

De ginkgo is een naaktzadige plant. Maar ginkgo's vertonen ook kenmerken van bedektzadige planten. Anders dan andere naaktzadige planten heeft de ginkgo waaivormige bladeren. De nerven in de bladeren lopen evenwijdig aan elkaar, net als de naaldvormige bladeren van een conifeer.

De 'vruchten' van de ginkgo lijken op roze abrikozen. Van echte vruchten is eigenlijk geen sprake. Het zijn zaden. In het midden zit een pit met daaromheen slijmerig vruchtvlees. De bloemen maken geen stuifmeel

maar beweeglijke zaadcellen. Deze zaadcellen hebben trilharen waarmee zij zich voortbewegen. Daardoor lijken ze op de zaadcellen van bijvoorbeeld varens.

Van nature komen ginkgo's alleen nog voor in delen van China en in Japan. Daar is de boom heilig verklaard.



5 Dieren

▼ Afb. 30 Symmetrie.



1 deze stoel is een symmetrisch voorwerp



2 de helft van deze stoel geeft met zijn spiegelbeeld weer een hele stoel

Op aarde leven maar liefst 1,3 miljoen soorten dieren. Elke soort heeft zijn eigen kenmerken. Vergelijk maar eens een kwal, een mug, een walvis en een slak met elkaar. Deze dieren hebben zo weinig overeenkomsten dat ze in verschillende stammen zijn ingedeeld.

Bij de indeling van het dierenrijk in stammen spelen twee kenmerken een belangrijke rol. Deze kenmerken zijn de symmetrie en het skelet.

SYMMETRIE

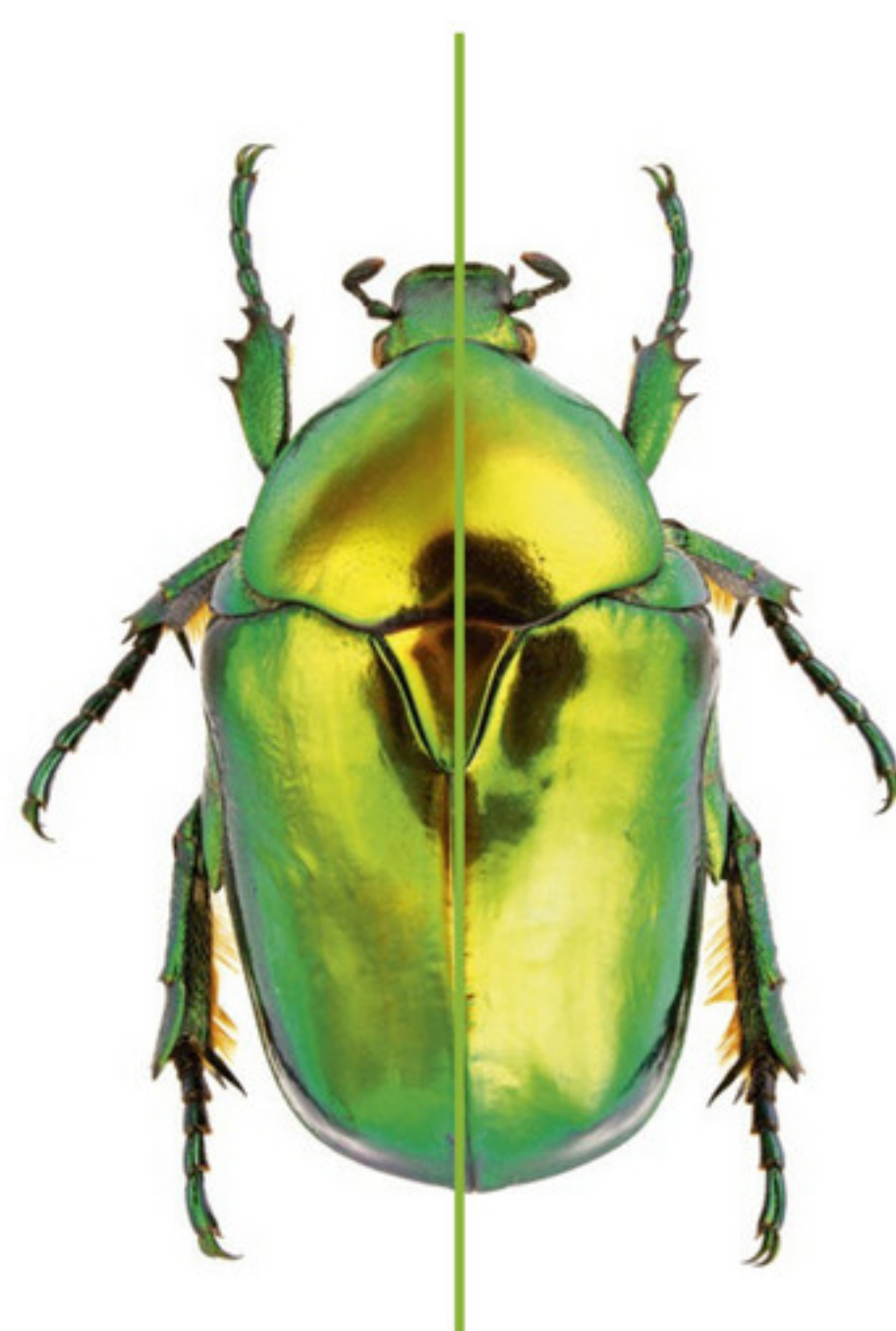
Iets is **symmetrisch** als je het in twee gelijke helften kunt verdelen. Deze twee helften zijn elkaars spiegelbeeld (zie afbeelding 30).

Veel soorten dieren zijn **tweezijdig symmetrisch**. Deze dieren zijn op slechts één manier in twee ongeveer gelijke helften te verdelen. Een voorbeeld hiervan is een kever (zie afbeelding 31.1).

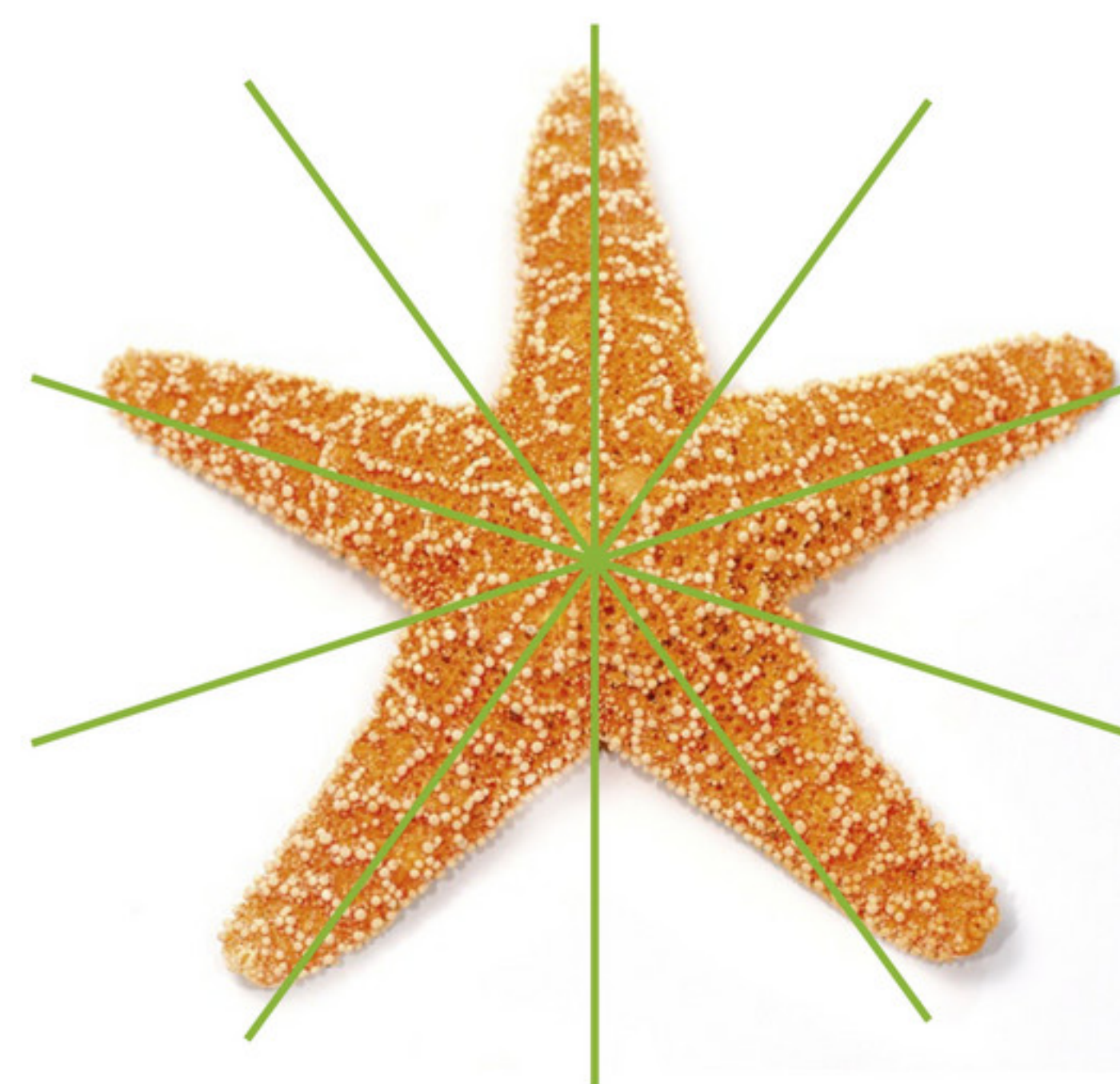
Andere soorten dieren zijn **veelzijdig symmetrisch**. Deze dieren zijn op meerdere manieren in twee ongeveer gelijke helften te verdelen (zie afbeelding 31.2).

Dieren die op geen enkele manier in twee ongeveer gelijke helften zijn te verdelen, noemen we **niet-symmetrisch**. Een voorbeeld hiervan is een spons (zie afbeelding 31.3).

▼ Afb. 31 Symmetrie bij dieren.



1 kever: tweezijdig symmetrisch



2 zeester: veelzijdig symmetrisch



3 spons: niet-symmetrisch

SKELET

Veel dieren hebben stevige delen in hun lichaam. Deze stevige delen kunnen de dieren stevigheid en bescherming geven. We noemen deze stevige delen het **skelet**.

In afbeelding 32 zie je dat er verschillende soorten skeletten zijn. Bij een mossel, een slak en een lieveheersbeestje zit het skelet aan de buitenkant van het lichaam. We noemen dat een **uitwendig skelet**.

Bij een spons, een zeekat en een mens zit het skelet binnen in het lichaam. We noemen dat een **inwendig skelet**.

Er zijn ook dieren die **geen skelet** hebben. Een voorbeeld daarvan is een kwal (zie afbeelding 33). De meeste dieren zonder skelet leven in het water.

▼ **Afb. 32** Skeletten bij dieren.



1 uitwendig skelet bij een lieveheersbeestje: een pantser



2 uitwendig skelet bij een mossel: een schelp



3 uitwendig skelet bij een slak: een huisje



4 inwendig skelet bij een spons: een skelet van stevige vezels van hoornstof tussen de cellen (hoornstof komt ook voor in je nagels)



5 inwendig skelet bij een zeekat (een inktvis): een inwendige schelp (zeeschuim)



6 inwendig skelet bij een mens: een skelet van beenderen

► **Afb. 33** Een dier zonder skelet: een kwal.



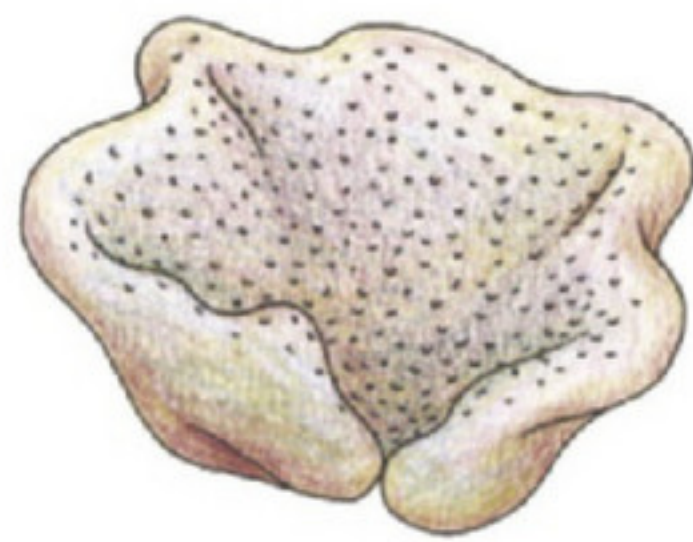
▼ **Afb. 34** De zeven stammen van het dierenrijk.**1 SPONZEN**

KENMERKEN:

- niet-symmetrisch
- een skelet van stevige hoornvezels tussen de cellen
- zitten meestal vast op de bodem van de zee



badspons

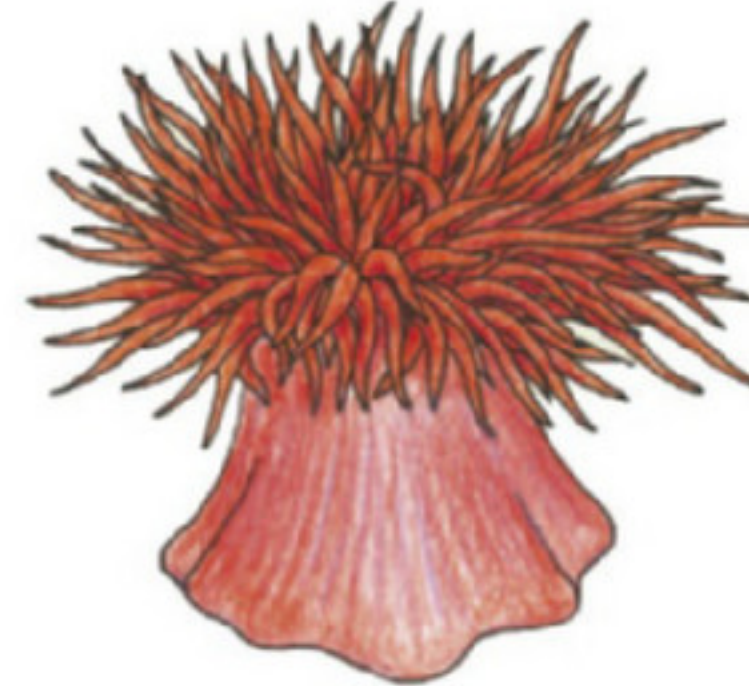


olifantorspons

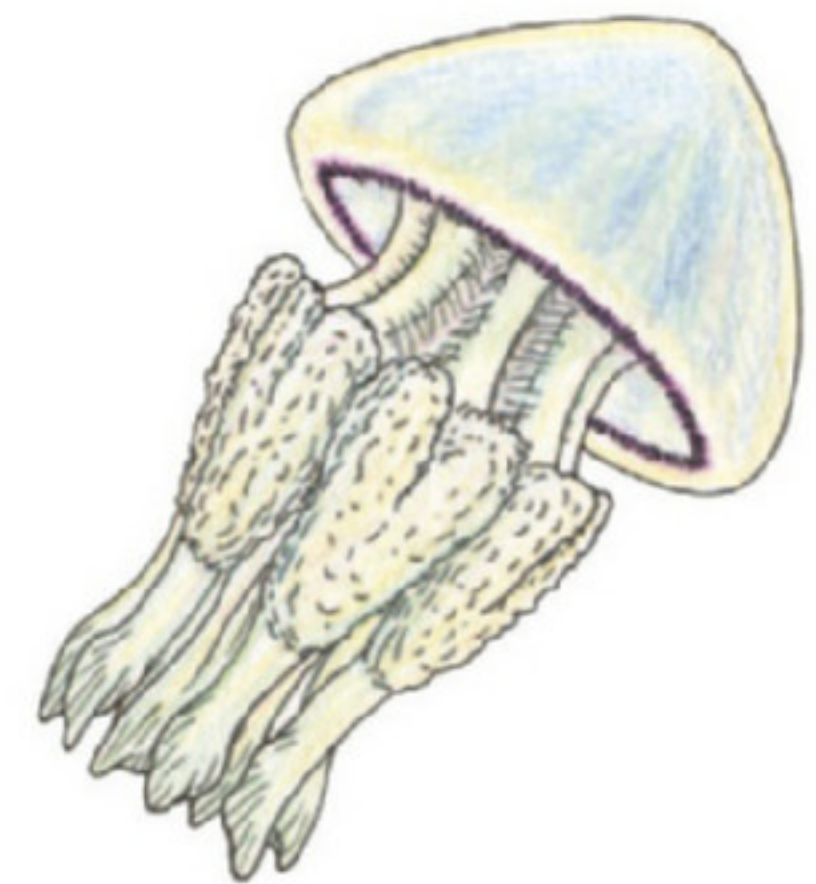
2 HOLTEDIEREN

KENMERKEN:

- veelzijdig symmetrisch
- meestal geen skelet
- leven in het water
- vangen hun prooi met tentakels (vangarmen)



anemoon



kwal

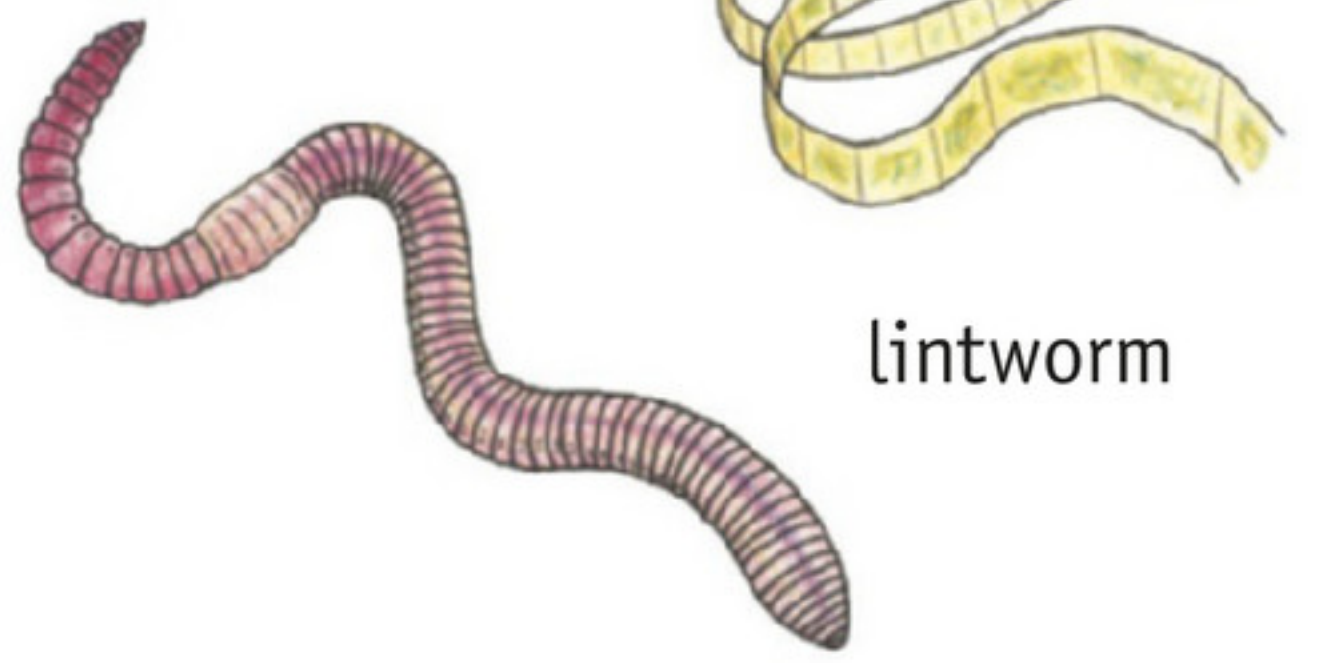
3 WORMEN

KENMERKEN:

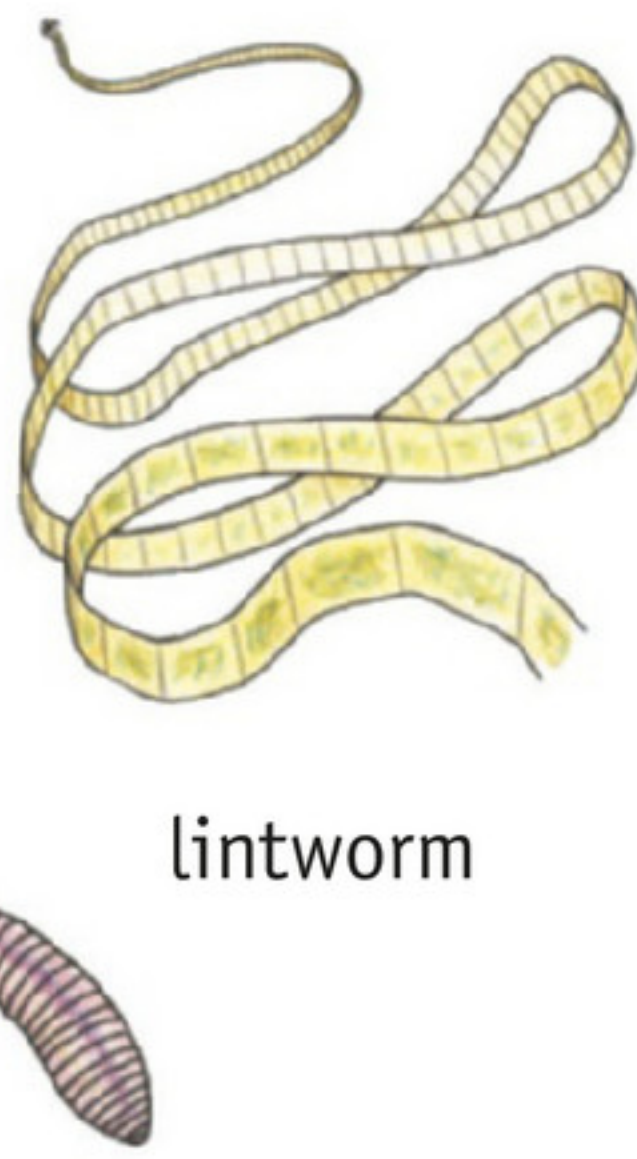
- tweezijdig symmetrisch
- geen skelet
- het lichaam is lang en dun



spoelworm



regenworm

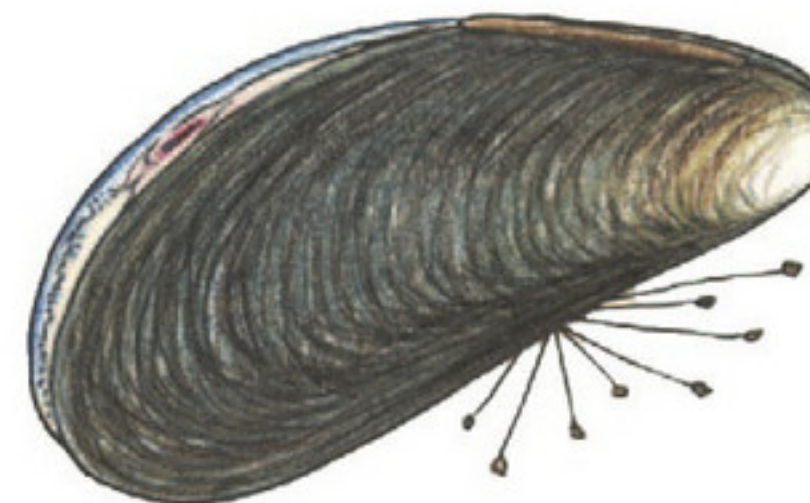


lintworm

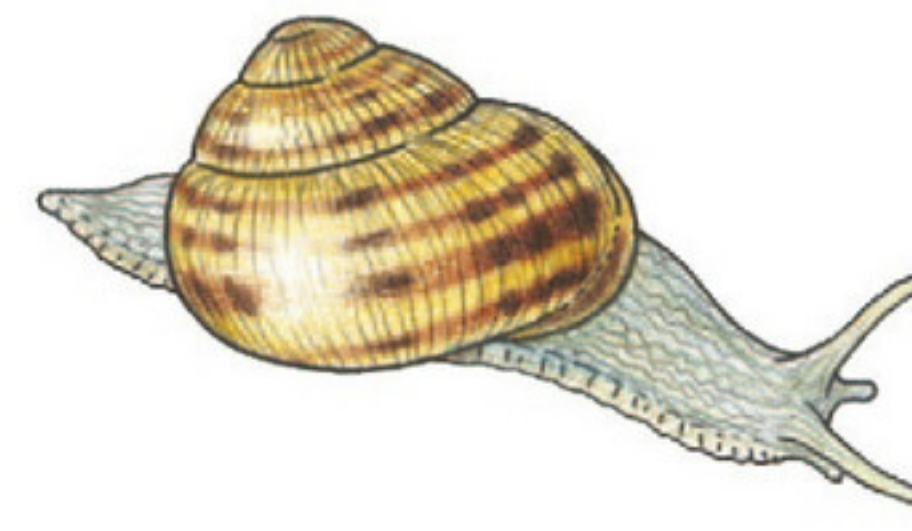
4 WEEKDIEREN

KENMERKEN:

- tweezijdig symmetrisch
- meestal een schelp of huisje als skelet



mossel



slak



inktvis

5 GELEEDPOTIGEN

KENMERKEN:

- tweezijdig symmetrisch
- het skelet is een pantser



spin



krab

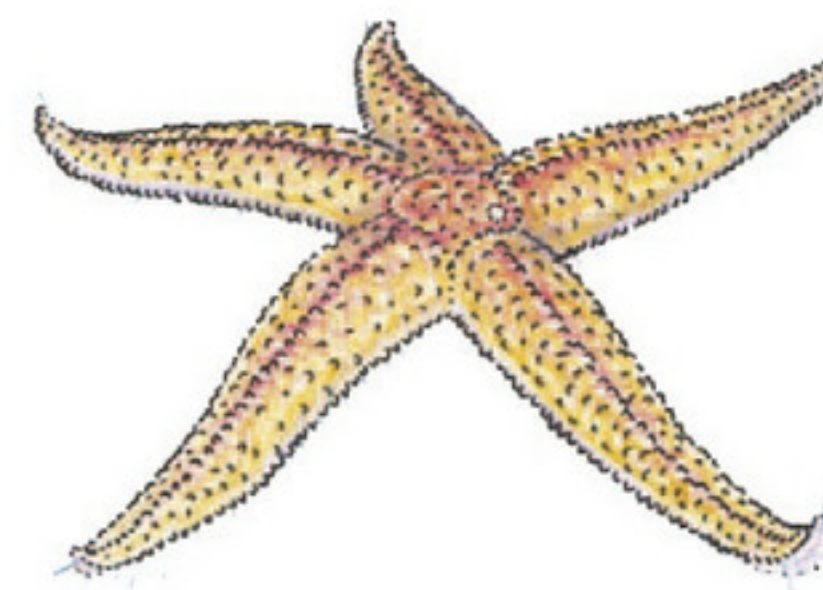


vlieg

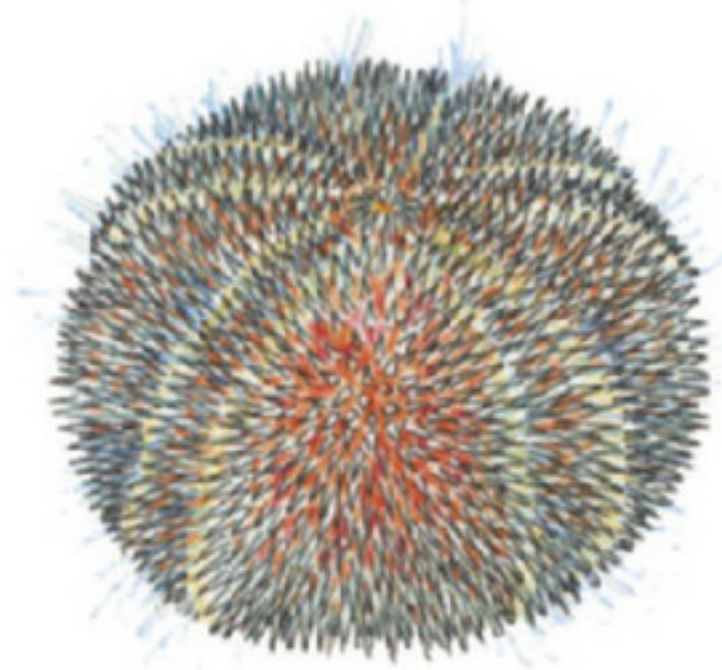
6 STEKELHUIDIGEN

KENMERKEN:

- veelzijdig symmetrisch
- inwendig skelet van kalk
- de huid is bedekt met stekels of knobbels
- leven op de bodem van de zee



zeester

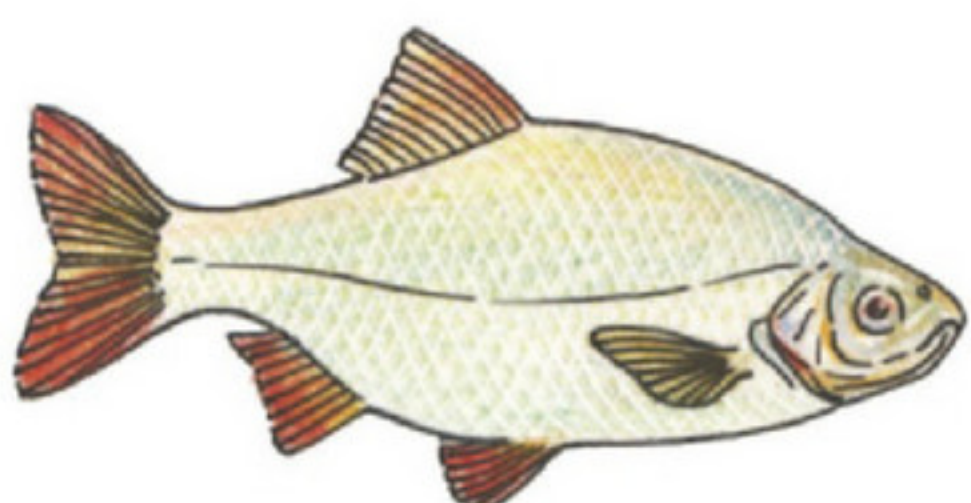


zee-egel

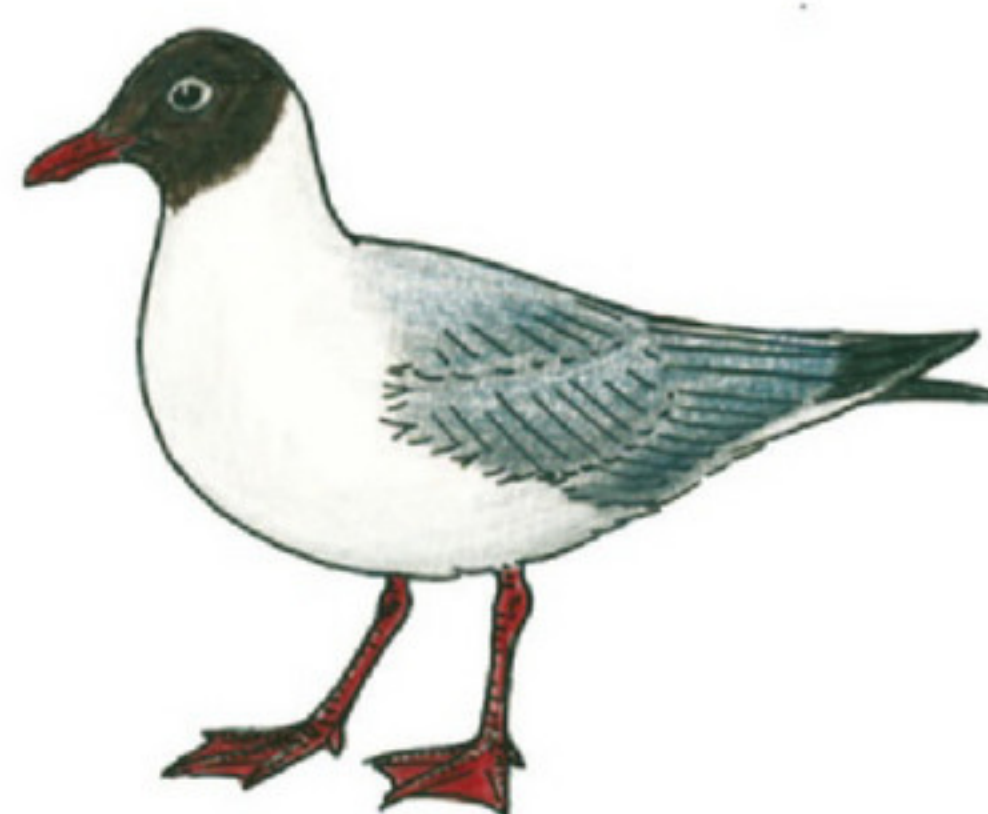
7 GEWERVELDEN

KENMERKEN:

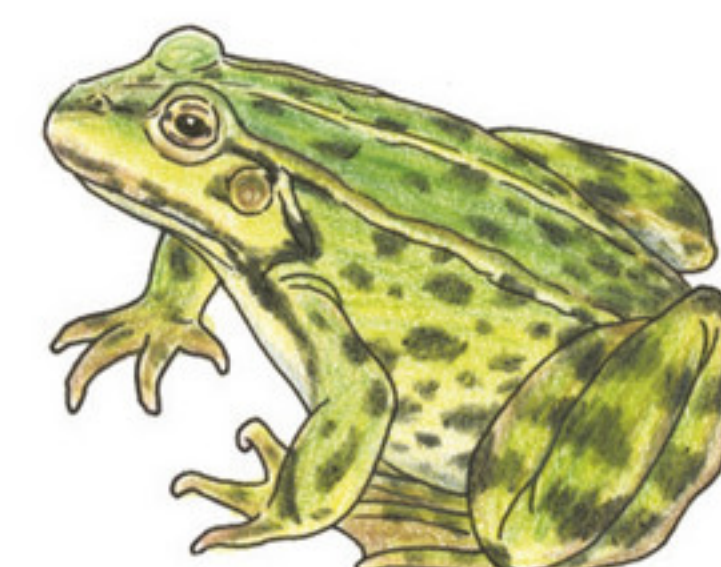
- tweezijdig symmetrisch
- een inwendig skelet



rietvoorn



meeuw



kikker

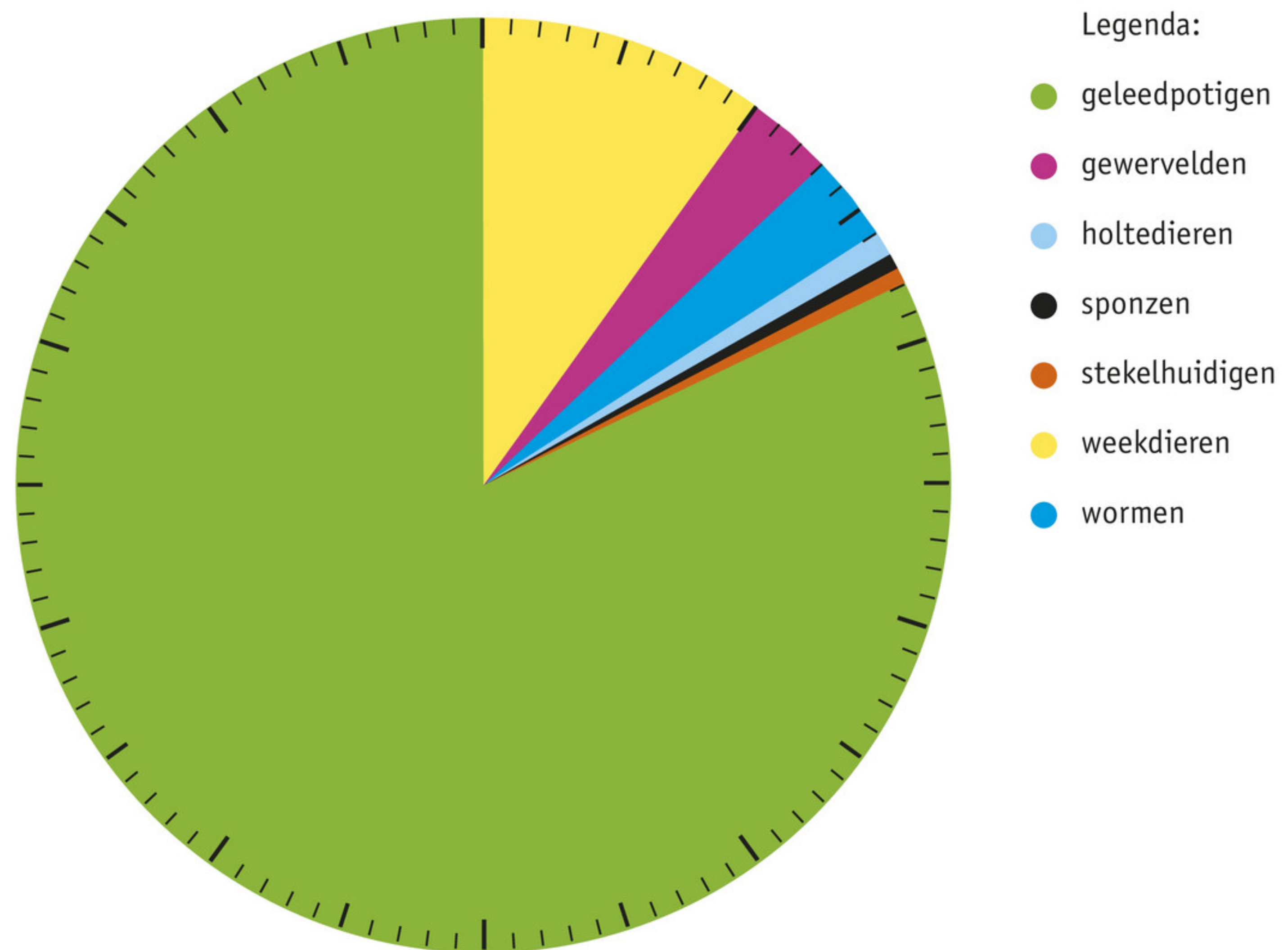
INDELING VAN HET DIERENRIJK

We verdelen het dierenrijk in zeven stammen: **sponzen**, **holtedieren**, **wormen**, **weekdieren**, **geleedpotigen**, **stekelhuidigen** en **gewervelden**.

In afbeelding 34 zijn deze stammen met de kenmerken van de dieren weergegeven. Bij elke stam zijn enkele dieren als voorbeeld getekend. Je ziet in deze afbeelding ook de kenmerken van elke stam. In afbeelding 35 zie je een cirkeldiagram. Hierin is de verdeling van het aantal soorten dieren per stam weergegeven.

Over twee stammen leer je meer: de geleedpotigen en de gewervelden.

► **Afb. 35** Verdeling van het aantal soorten dieren per stam van het dierenrijk.

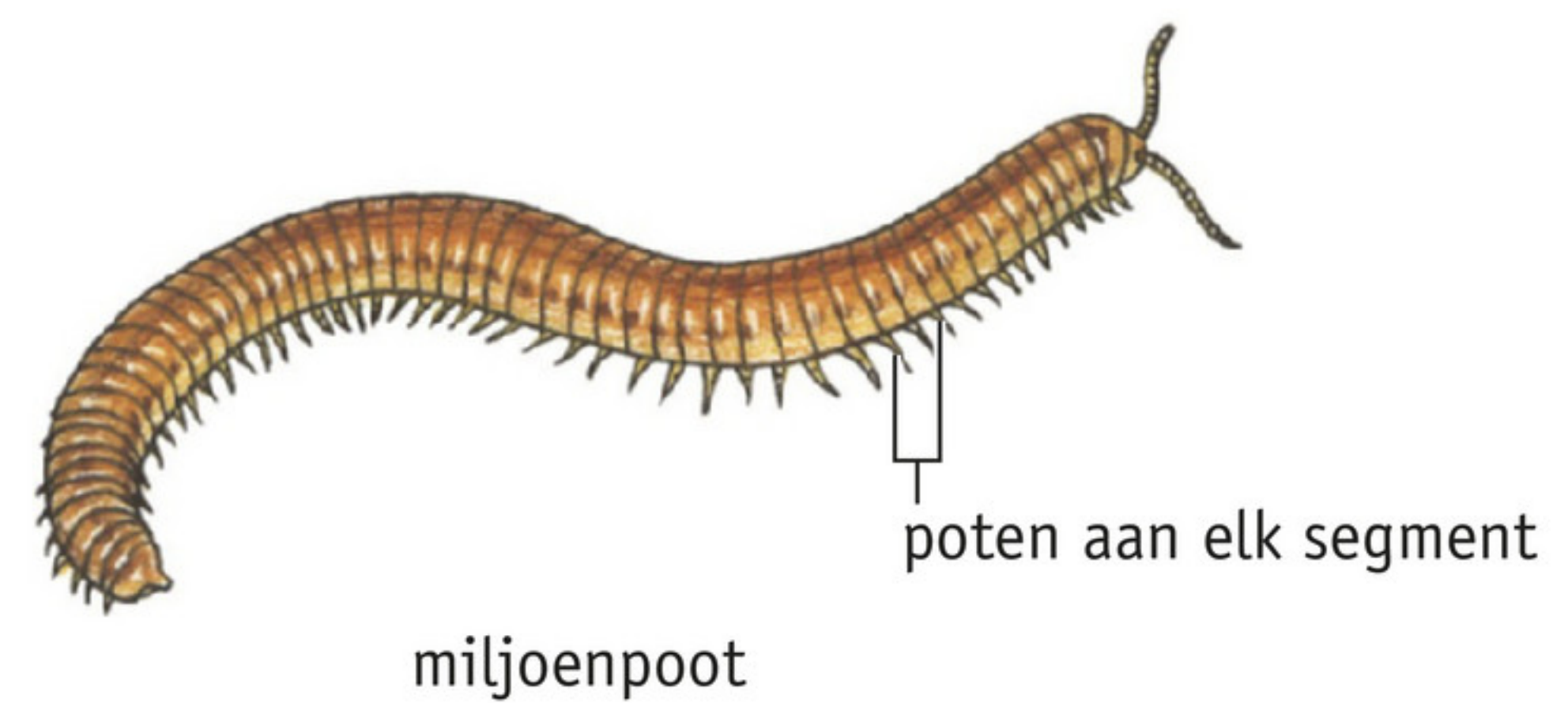
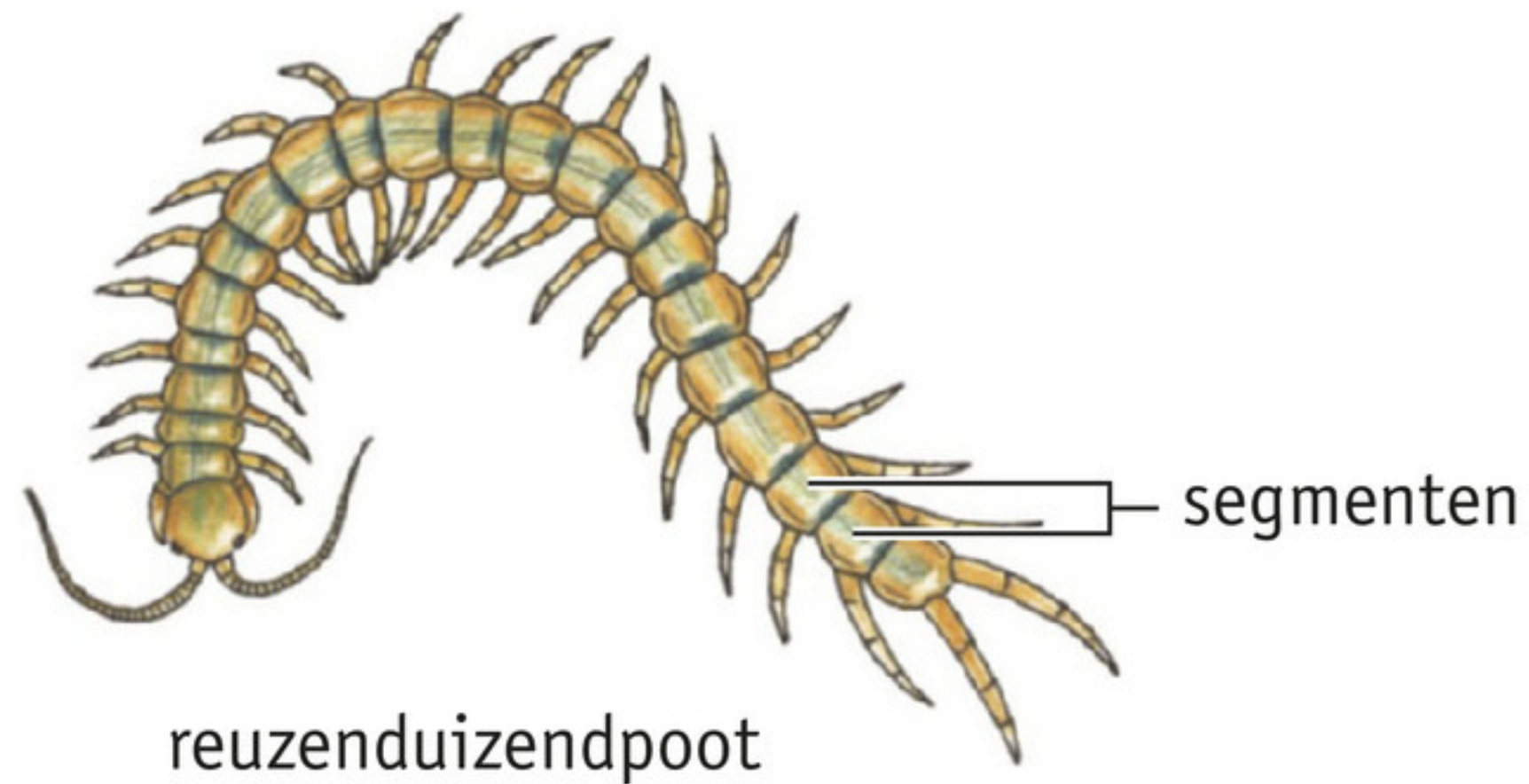


GELEEDPOTIGEN

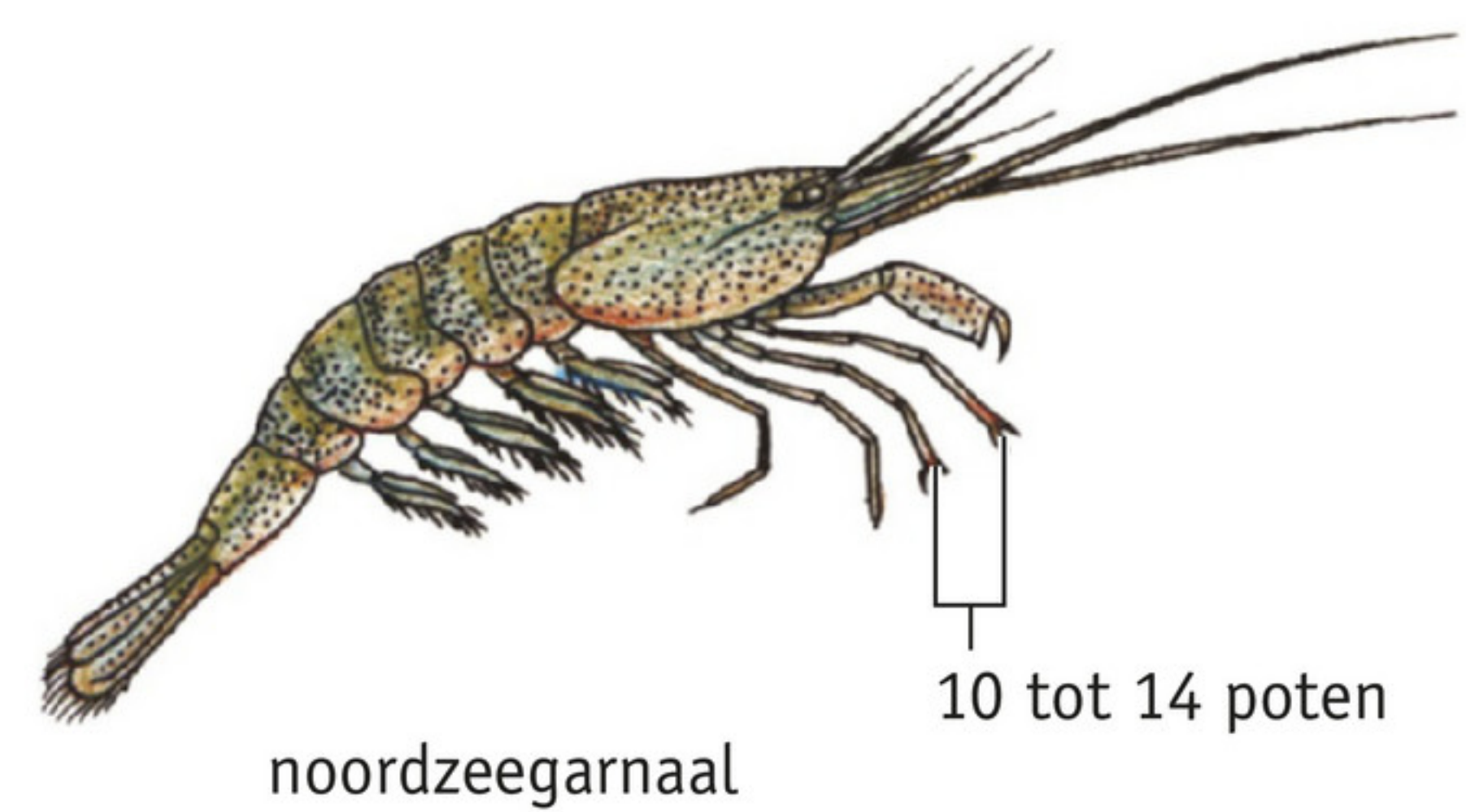
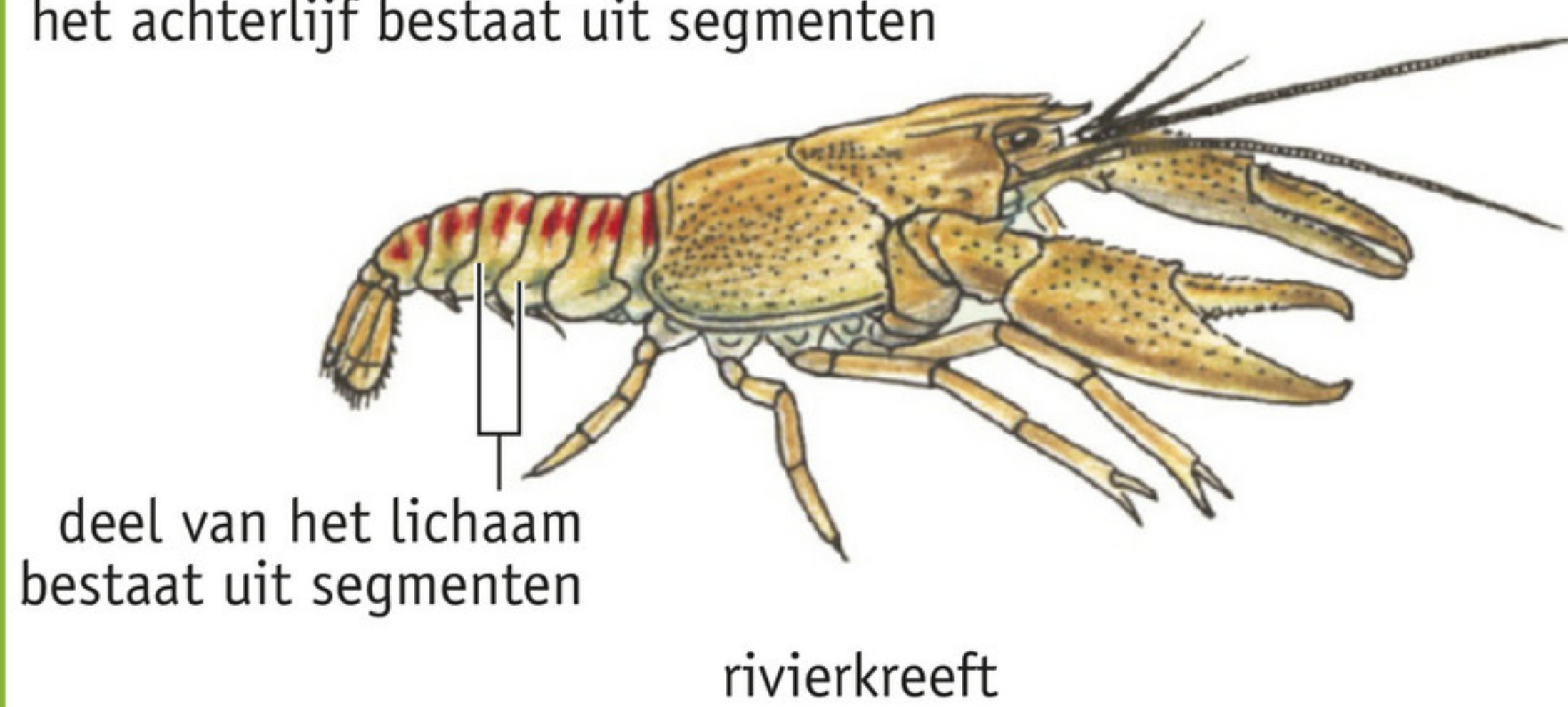
De poten van spinnen, mieren en krabben zijn geled. Dat betekent dat de poten zijn opgebouwd uit stukjes: de **leden**. Het lichaam van geleedpotigen is gesegmenteerd. Dat wil zeggen dat het lichaam is opgebouwd uit meerdere delen: de **segmenten**. Bij de indeling van de geleedpotigen in klassen wordt gelet op het aantal segmenten en het aantal poten (zie afbeelding 36).

▼ **Afb. 36** Indeling van de geleedpotigen in vier klassen.**1 DUIZENDPOTEN**

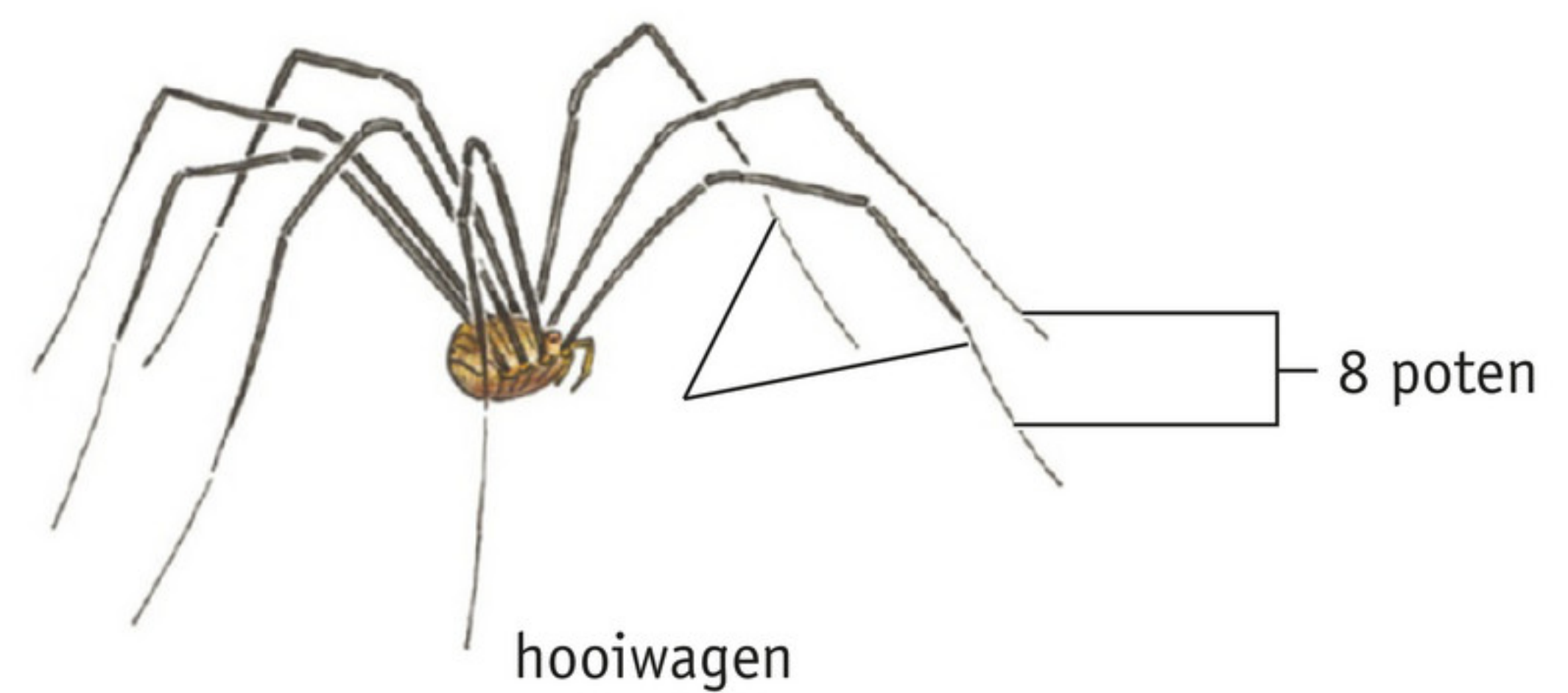
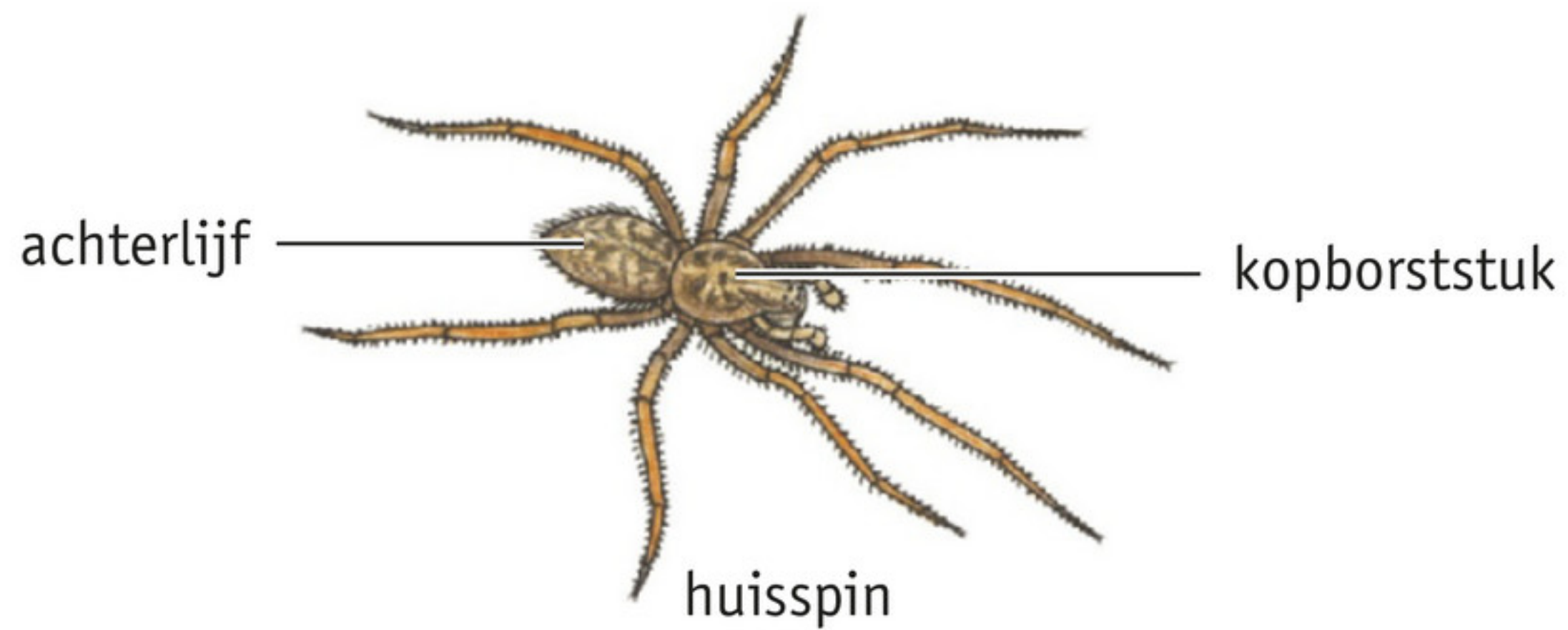
het hele lijf bestaat uit segmenten

**2 KREEFTACHTIGEN**

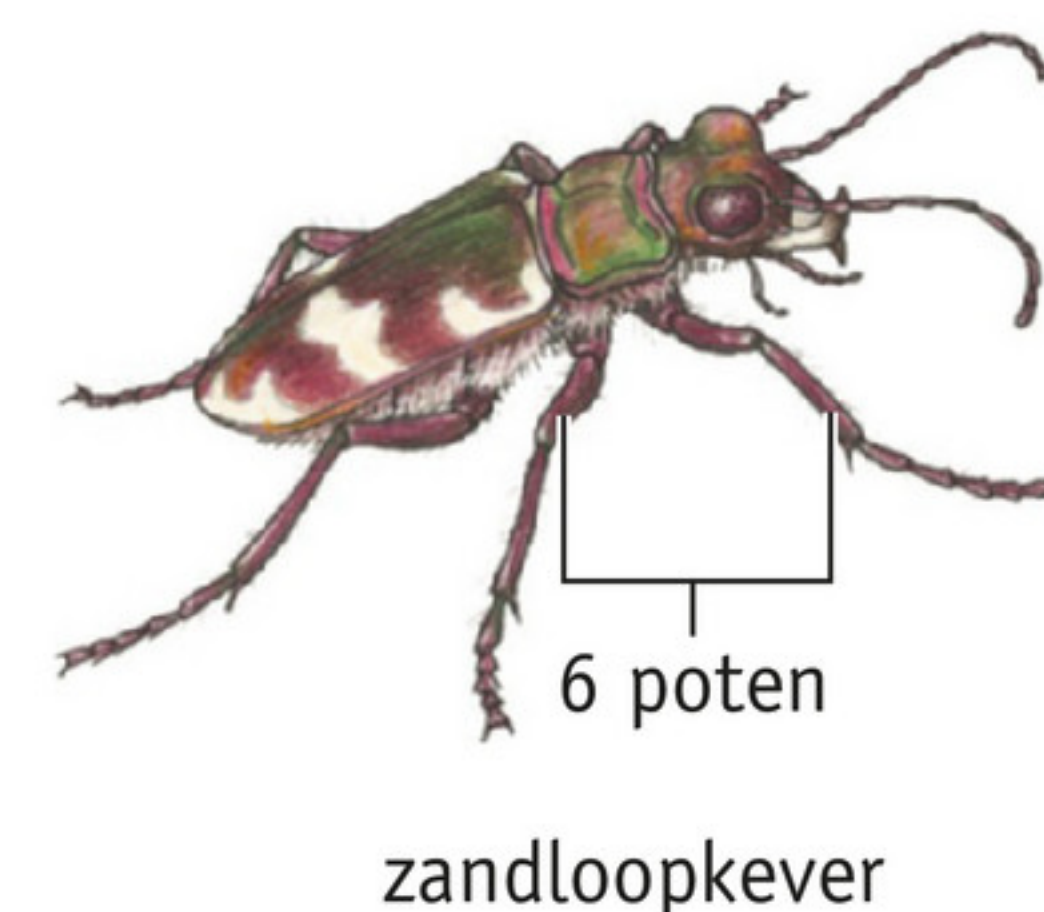
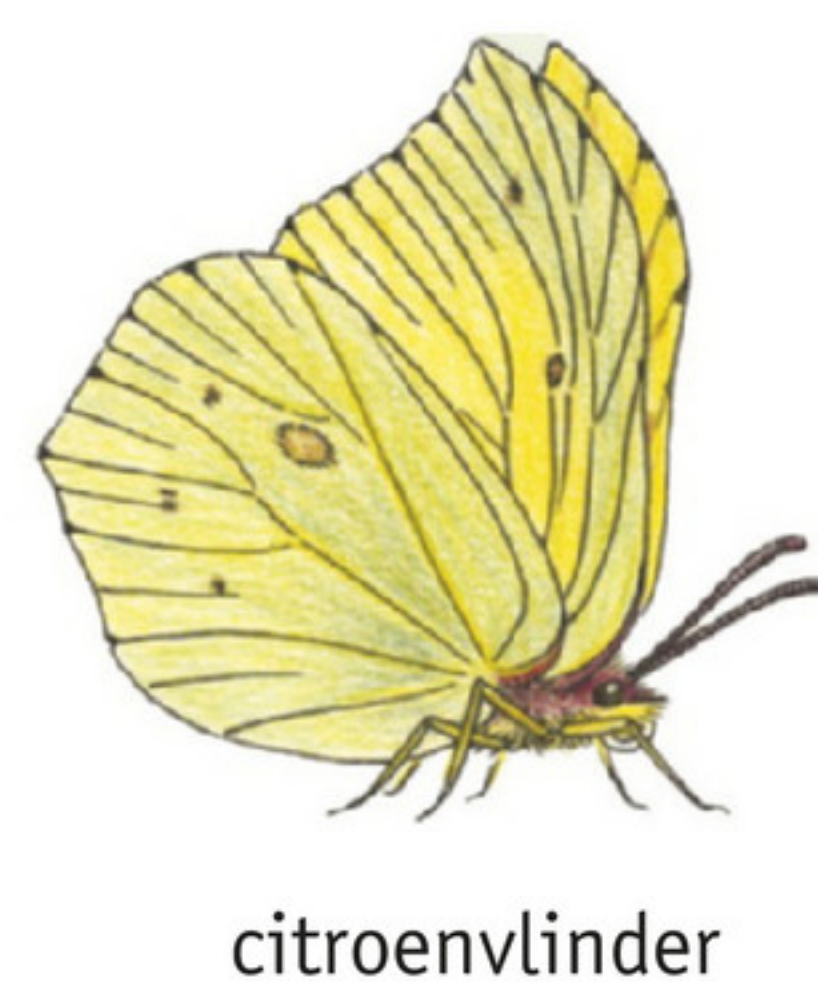
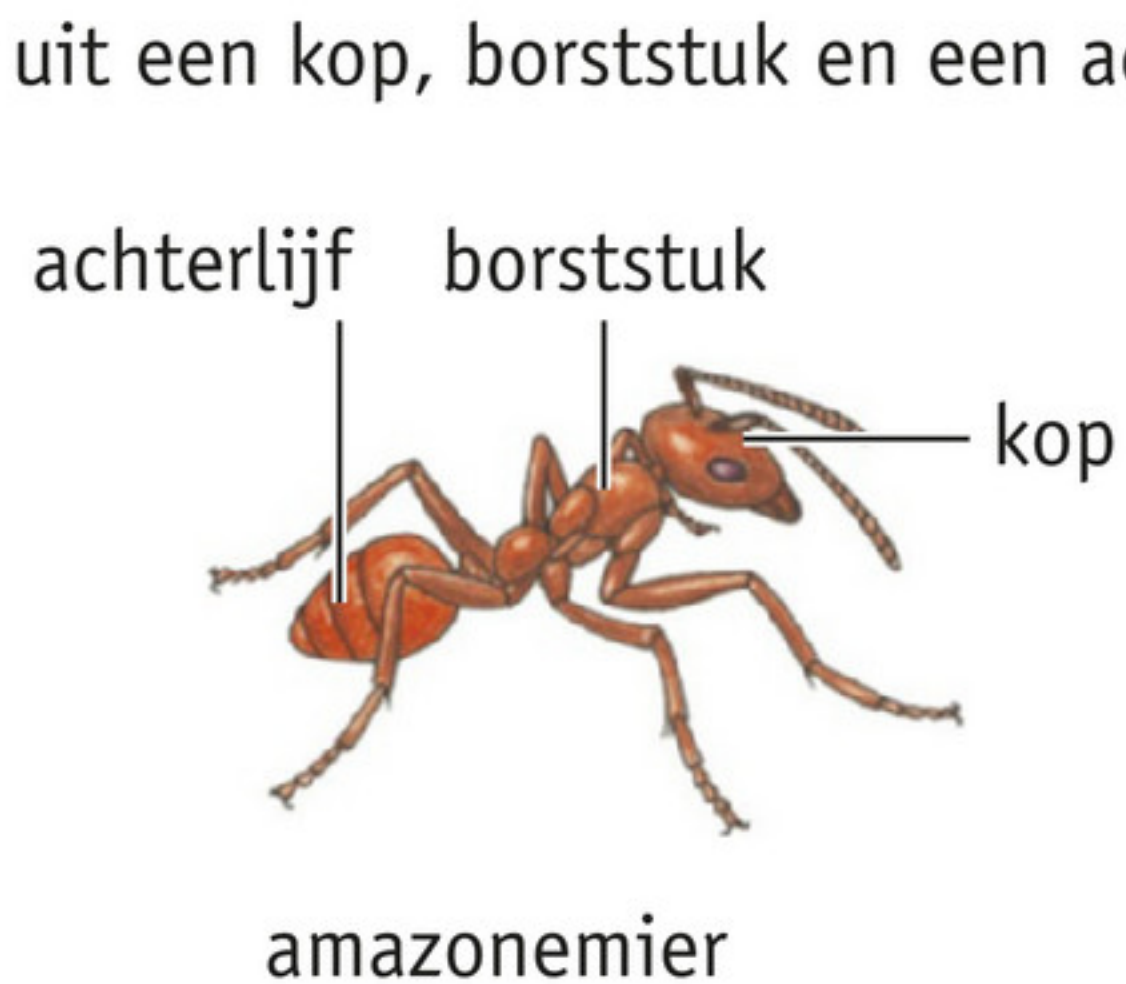
het achterlijf bestaat uit segmenten

**3 SPINACHTIGEN**

het lijf bestaat uit een kopborststuk en een achterlijf

**4 INSECTEN**

het lijf bestaat uit een kop, borststuk en een achterlijf



Geleedpotigen hebben een uitwendig skelet. Dit is een soort pantser om het lichaam. Het skelet kan niet meegroeien. Daarom **vervellen** geleedpotigen tijdens de groei enkele keren (zie afbeelding 37).

► **Afb. 37** Een geleedpotig dier tijdens een vervelling.

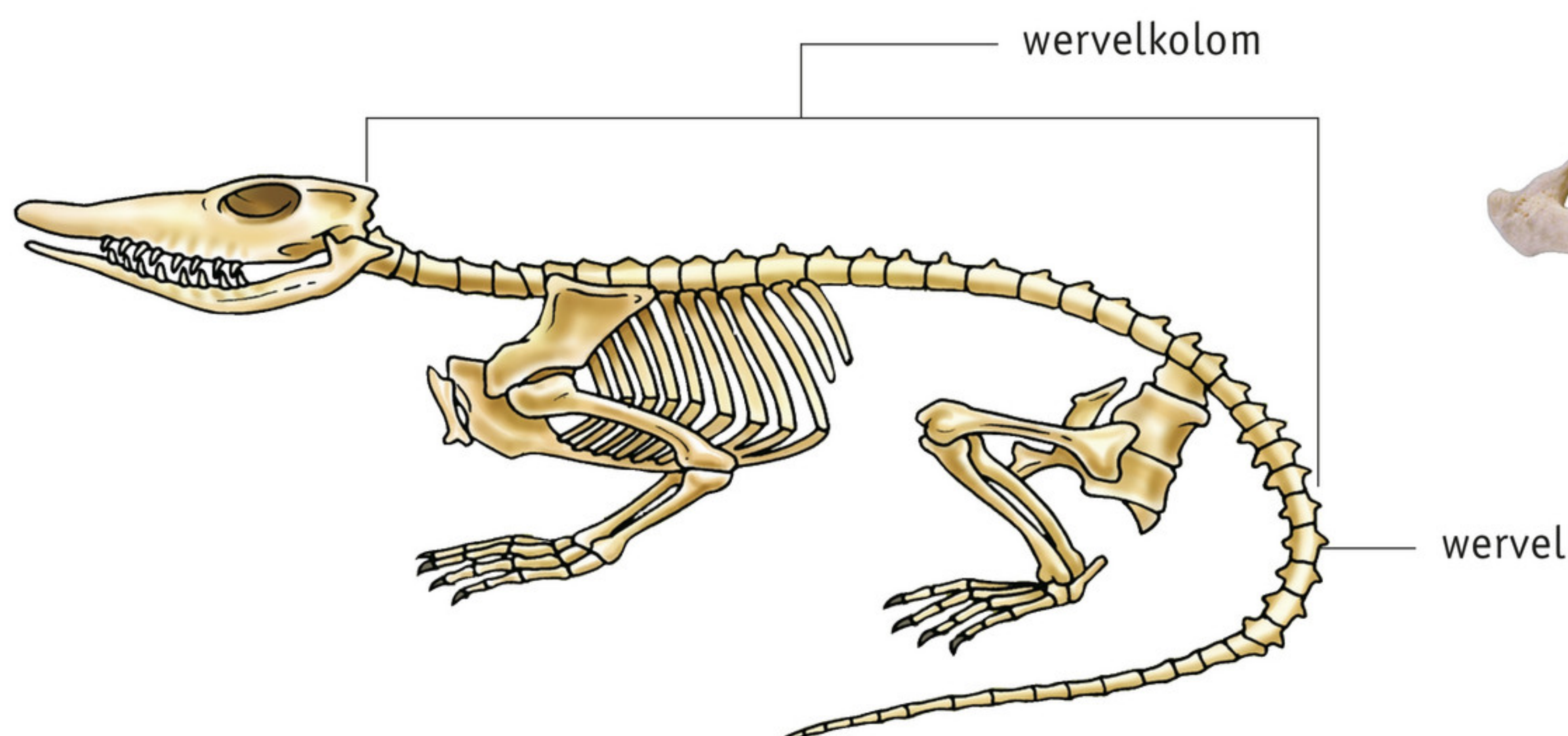


afgeworpen vel

GEWERVELDEN

Gewervelden hebben een **inwendig skelet**. Een onderdeel van dit skelet is de **wervelkolom**. Deze is opgebouwd uit **wervels** (zie afbeelding 38). In afbeelding 39 zie je dat de stam van de gewervelden verder wordt ingedeeld in vijf klassen: **vissen**, **amfibieën**, **reptielen**, **vogels** en **zoogdieren**.

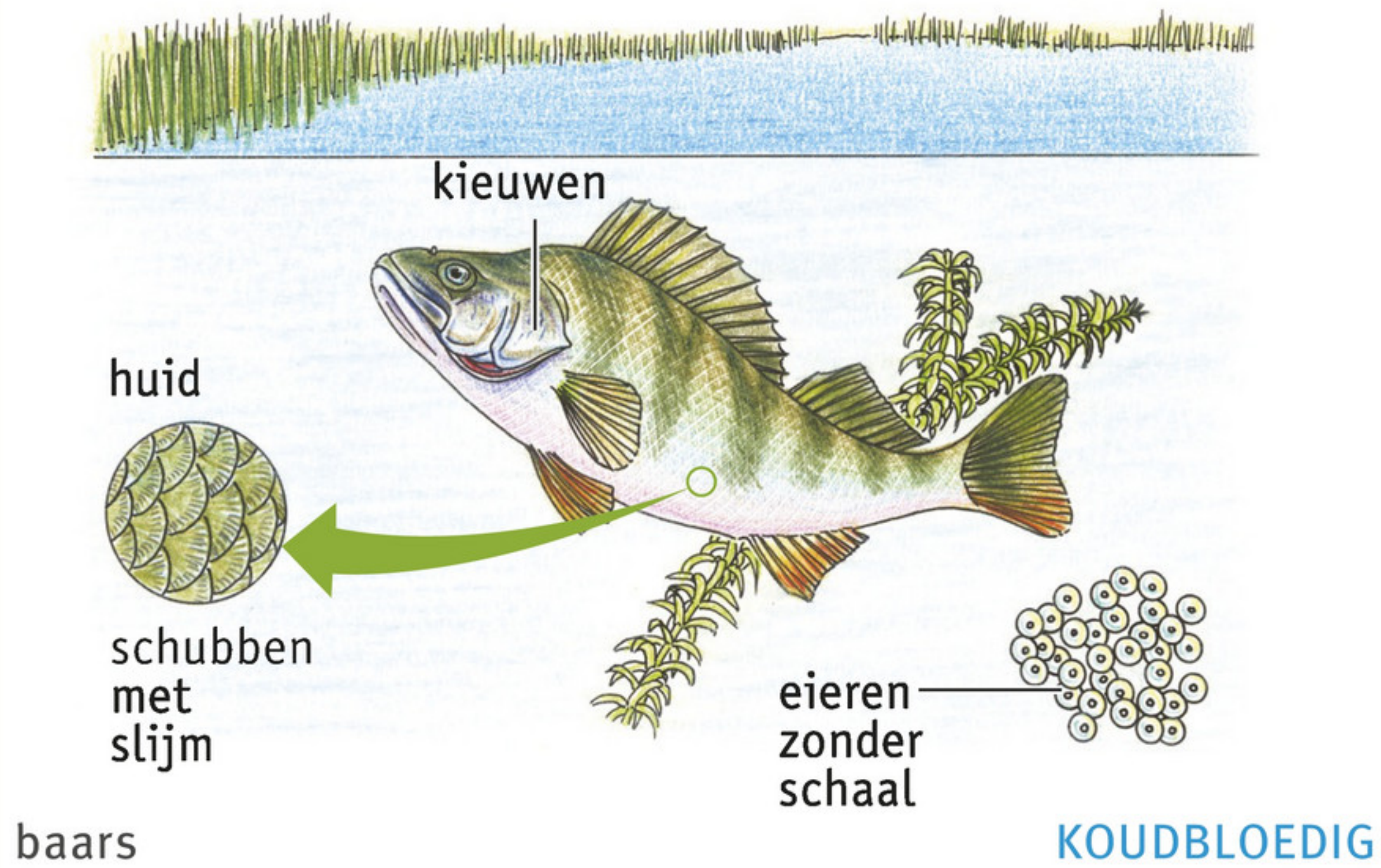
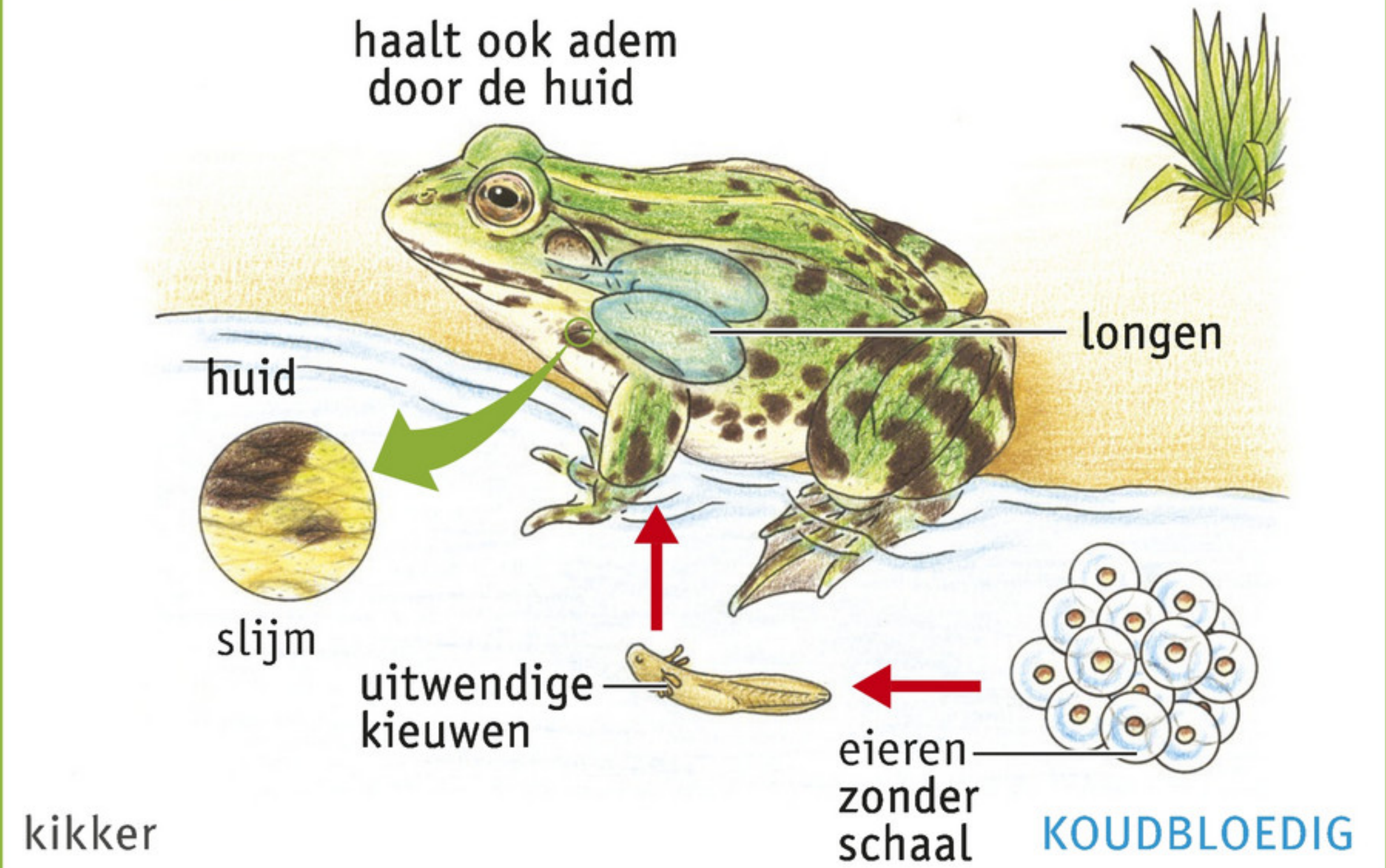
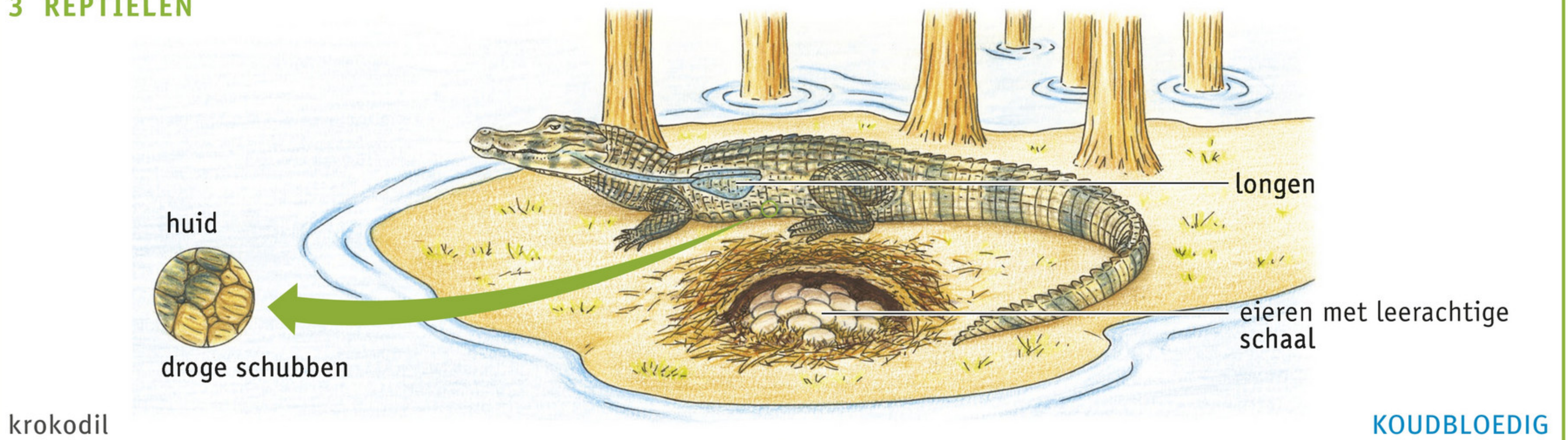
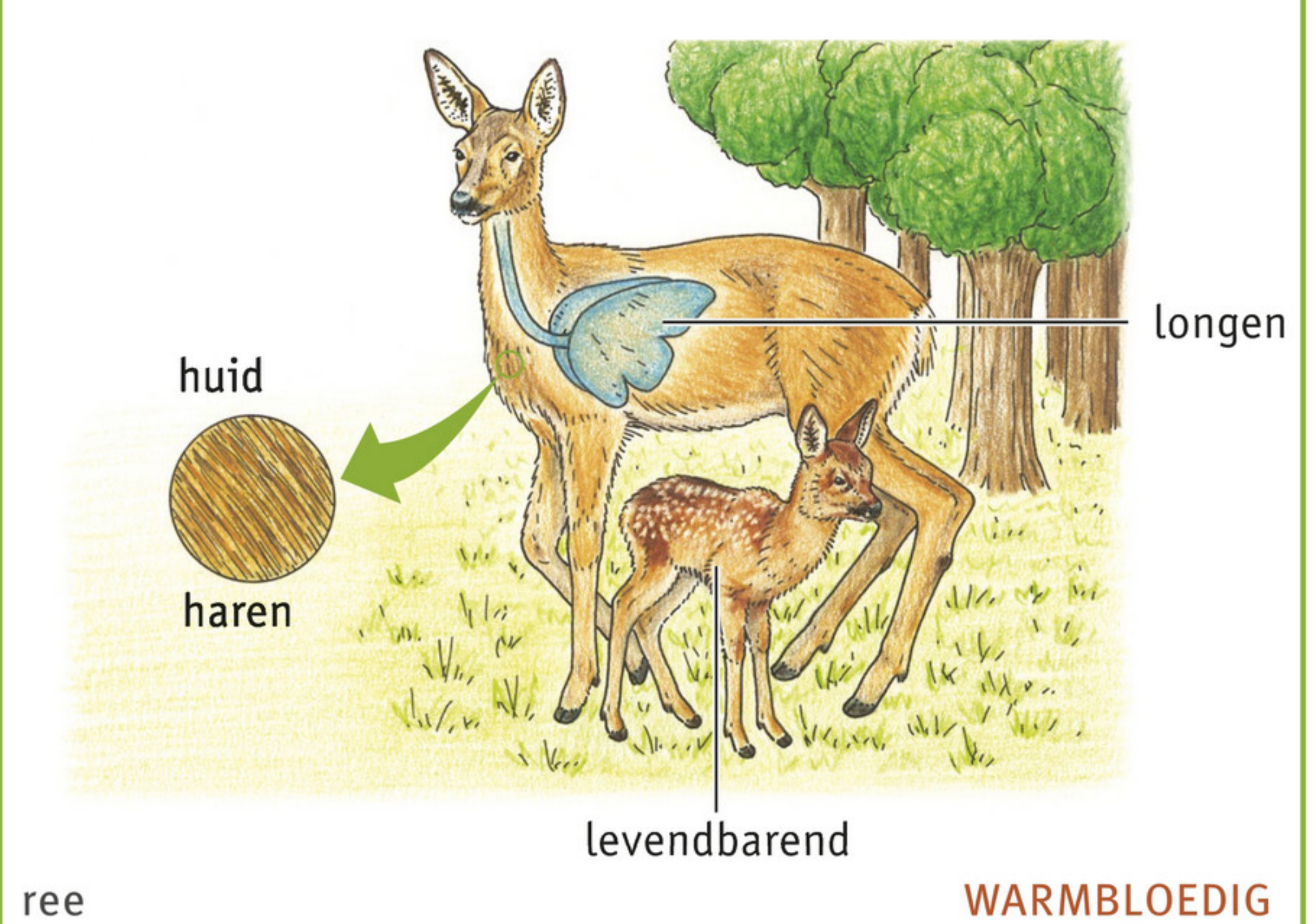
▼ **Afb. 38** Gewervelden hebben een wervelkolom met wervels.



1 inwendig skelet van een krokodil



2 wervels van een mens

▼ **Afb. 39** Kenmerken van de vijf klassen van de stam van de gewervelden.**1 VISSSEN****2 AMFIBIEËN****3 REPTIELEN****4 VOGELS****5 ZOOGDIEREN**

▼ **Afb. 40** Jonge krokodillen komen uit hun ei.



▼ **Afb. 41** Eieren van gewervelden.



1 eieren zonder schaal van een kikker (kikkerdri)



2 eieren met een leerachtige schaal van een slang



3 eieren met een kalkschaal van een merel

► **Afb. 42** Levendbarend: het jong komt uit het moederlichaam.



De klassen van de gewervelden kun je van elkaar onderscheiden door de volgende vijf kenmerken:

- 1 De *huid*. Bij gewervelde dieren kan de huid bedekt zijn met **schubben**, **slijm**, **veren** of **haren**.
- 2 De *lichaamstemperatuur*. Bij **warmbloedige dieren** is de lichaamstemperatuur altijd even hoog (constant). Bij **koudbloedige dieren** is de temperatuur van het lichaam gelijk aan de temperatuur van de omgeving. De lichaamstemperatuur is dan niet constant. Vogels en zoogdieren zijn warmbloedig. De overige gewervelden zijn koudbloedig.
- 3 De *ademhalingsorganen*. Gewervelde dieren kunnen ademen met **kieuwen** of met **longen**. Sommige soorten gewervelden (kikkers en padden) kunnen ook door de **huid** ademen.
- 4 De *manier van voortplanten*. Veel gewervelde dieren leggen **eieren**. In een ei ontwikkelt zich een embryo tot een nieuw dier. De jongen komen uit een ei (zie afbeelding 40).

Er zijn eieren zonder schaal. Andere eieren hebben een taaie, leerachtige schaal. En er zijn eieren met een kalkschaal (zie afbeelding 41).

Bij zoogdieren ontwikkelt een embryo zich in een baarmoeder. De jongen komen uit de moeder. We noemen deze dieren **levendbarend** (zie afbeelding 42).

- 5 Het *milieu* (de omgeving) waarin de dieren voornamelijk leven. Er zijn gewervelde dieren die (vooral) in het water leven. Andere gewervelde dieren leven vooral op het land of vooral in de lucht. Sommige gewervelde dieren kunnen op het land én in het water leven. Maar er zijn uitzonderingen (zie afbeelding 43). Zo leven vrijwel alle zoogdieren (voornamelijk) op het land. Maar er zijn ook zoogdieren zoals walvissen die in het water leven. Een andere uitzondering zijn bijvoorbeeld struisvogels en kiwi's. Deze vogels kunnen niet vliegen en leven dus alleen op het land. Ook bij reptielen komen uitzonderingen voor. De meeste reptielen leven op het land, maar de groene zeeschildpad komt bijvoorbeeld alleen aan land om eieren te leggen.

WB OPDRACHT 26 T/M 38 BLZ. 174

▼ **Afb. 43** Een zeezoogdier, een landvogel en een zeereptiel.



1 walvis



2 kiwi



3 groene zeeschildpad

6 Organismen determineren

Je kent vast wel het spel 'Rara, wie ben ik?'. In dit spel probeert de ander in zo min mogelijk vragen te weten te komen welke persoon jij bent. Om te winnen is het belangrijk om slimme vragen over kenmerken te stellen. Ook als je organismen gaat indelen, moet je goed naar de kenmerken van het organisme kijken.

DETERMINEREN

Organismen die je niet kent, kun je in een rijk, een stam of een klasse plaatsen door op de kenmerken te letten. Dat noem je **determineren**. Je kunt determineren met behulp van een **determineertabel** of een **zoekkaart**.

▼ Afb. 44

Dierversorger

Mijn naam is Ruben en ik studeer aan het mbo voor dierversorger. In het begin van de opleiding hadden we vaak les in het dierenverblijf. Daar leerden we van heel veel verschillende diersoorten hoe je ze kunt verzorgen. De baardagaam is mijn favoriete dier. Hij is sterk en ziet er stoer uit.

Een baardagaam heeft de volgende kenmerken: hij is tweezijdig symmetrisch en heeft een inwendig skelet met een wervelkolom. Zijn huid is bedekt met schubben en voelt droog aan. Een baardagaam is dus een reptiel. In mijn opleiding heb ik geleerd om dieren te determineren. Dat is belangrijk, omdat elk dier een andere verzorging nodig heeft. Zo heb ik geleerd dat voor reptielen als een baardagaam de temperatuur in zijn omgeving heel belangrijk is. Reptielen zijn immers koudbloedig.

Als ik de opleiding heb afgerond, kan ik gaan werken bij een dierentuin, een asiel, een kinderboerderij of een dierenwinkel.



Afbeelding 45 is een determineertabel. Als je een organisme wilt determineren, begin je bij 1 te lezen. We nemen als voorbeeld een moerasviooltje (zie afbeelding 46).

▼ Afb. 45

DETERMINEERTABEL

- | | | | |
|----|---|--|---|
| 1 | a | Het organisme heeft bladgroenkorrels | planten , kijk verder bij 4 |
| | b | Het organisme heeft geen bladgroenkorrels | kijk verder bij 2 |
| 2 | a | Het organisme heeft om elke cel een celwand | kijk verder bij 3 |
| | b | Het organisme heeft geen celwand(en) | dieren , kijk verder bij 6 |
| 3 | a | Het organisme heeft geen celkern; het is eencellig | bacteriën |
| | b | Het organisme heeft in elke cel een celkern | schimmels |
| 4 | a | De plant draagt geen bloemen; voortplanting vindt plaats door sporen | sporenplanten |
| | b | De plant draagt bloemen; voortplanting vindt plaats door zaden | zaadplanten , kijk verder bij 5 |
| 5 | a | De zaden zitten tussen de schubben van kegels; de bladeren zijn naaldvormig | naaktzadigen |
| | b | De zaden zitten in vruchten; de bladeren zijn niet naaldvormig | bedektzadigen |
| 6 | a | Het dier is niet-symmetrisch | kijk verder bij 7 |
| | b | Het dier is symmetrisch | kijk verder bij 8 |
| 7 | a | Het dier is eencellig | eencellige dieren |
| | b | Het dier is meercellig | sponzen |
| 8 | a | Het dier is veelzijdig symmetrisch | kijk verder bij 9 |
| | b | Het dier is tweezijdig symmetrisch | kijk verder bij 10 |
| 9 | a | Het dier heeft geen skelet; het dier heeft tentakels (vangarmen) | holtdieren |
| | b | Het dier heeft een inwendig skelet; de huid is bedekt met stekels of knobbels | stekelhuidigen |
| 10 | a | Het dier heeft geen skelet; het lichaam is lang en dun | wormen |
| | b | Het dier heeft een skelet | kijk verder bij 11 |
| 11 | a | Het skelet van het dier is een huisje of schelp | weekdieren |
| | b | Het skelet van het dier is geen huisje of schelp | kijk verder bij 12 |
| 12 | a | Het dier heeft een uitwendig skelet (een pantser) | geleedpotigen , kijk verder bij 13 |
| | b | Het dier heeft een inwendig skelet met een wervelkolom | gewervelden , kijk verder bij 16 |
| 13 | a | Het lichaam is geheel opgebouwd uit segmenten | duizendpoten |
| | b | Het lichaam is niet geheel opgebouwd uit segmenten | kijk verder bij 14 |
| 14 | a | Het dier heeft 10 of meer poten | kreeftachtigen |
| | b | Het dier heeft minder dan 10 poten | kijk verder bij 15 |
| 15 | a | Het dier heeft 8 poten | spinachtigen |
| | b | Het dier heeft 6 poten | insecten |
| 16 | a | De huid van het dier is bedekt met schubben | kijk verder bij 17 |
| | b | De huid van het dier is niet bedekt met schubben | kijk verder bij 18 |
| 17 | a | De schubben zijn bedekt met slijm; het dier haalt adem met kieuwen | vissen |
| | b | De schubben zijn droog (niet bedekt met slijm); het dier haalt adem met longen | reptielen |
| 18 | a | De huid van het dier is bedekt met slijm | amfibieën |
| | b | De huid van het dier is niet bedekt met slijm | kijk verder bij 19 |
| 19 | a | De huid van het dier is bedekt met veren | vogels |
| | b | De huid van het dier is bedekt met haren | zoogdieren |

► Afb. 46 Moerasviooltje.



In de determineertabel zie je bij **1** staan:

- 1 a** Het organisme heeft bladgroenkorrels **planten**, kijk verder bij 4
b Het organisme heeft geen bladgroenkorrels kijk verder bij 2

Een moerasviooltje heeft bladgroenkorrels, dus het is een **plant**. Je moet dan verdergaan bij **4**. Daar zie je weer twee mogelijkheden staan:

- 4 a** De plant draagt geen bloemen; voortplanting vindt plaats door sporen**sporenplanten**
b De plant draagt bloemen; voortplanting vindt plaats door zaden **zaadplanten**, kijk verder bij 5

Een moerasviooltje heeft bloemen en de voortplanting vindt plaats door zaden, dus het is een **zaadplant**. Als je bij **5** verdergaat, kom je uit op **5b**. Daar staat alleen de naam van de klasse: **bedektzadigen**. Je wordt dan niet verder doorverwezen.

Een moerasviooltje behoort dus tot het **rijk van de planten**, tot de **stam van de zaadplanten** en tot de **klasse van de bedektzadigen**.

Je moet ook de stappen noteren die je in een determineertabel maakt. Bij een moerasviooltje is dat **1a – 4b – 5b**.

WB OPDRACHT 39 T/M 44 BLZ. 183

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt organismen indelen in vier rijken. Van elk rijk kun je de gemeenschappelijke kenmerken noemen.

- Gemeenschappelijke kenmerken zijn kenmerken die bij alle organismen van een groep voorkomen.
 - Voordeel van ordenen: als je weet tot welke groep een organisme behoort, weet je enkele kenmerken van dat organisme.

Rijk	Kenmerken
Bacteriën	- eencellig - geen celkern - celwand - geen bladgroenkorrels
Schimmels	- eencellig of meercellig - celkern(en) - celwand(en) - geen bladgroenkorrels
Planten	- meercellig - celkern(en) - celwand(en) - bladgroenkorrels
Dieren	- meercellig - celkern(en) - geen celwand(en) - geen bladgroenkorrels

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt de groepen benoemen die ontstaan bij de verdere indeling van een rijk. Je kunt omschrijven wanneer organismen tot één soort behoren.

- Organismen kun je indelen in steeds kleinere groepen:
 - Een rijk wordt ingedeeld in stammen.
 - Een stam wordt ingedeeld in klassen.
 - Een klasse wordt ingedeeld in orden.
 - Een orde wordt ingedeeld in families.
 - Een familie wordt ingedeeld in geslachten.
 - Een geslacht wordt ingedeeld in soorten.
- Organismen behoren tot één soort als ze samen vruchtbare nakomelingen kunnen voortbrengen.
- Individen van één soort kunnen tot verschillende rassen behoren.
 - De rassen kunnen sterk in uiterlijk verschillen.
 - Organismen die tot verschillende rassen van dezelfde soort behoren, kunnen zich samen voortplanten. Bijv.: honden van verschillende rassen.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt kenmerken van bacteriën noemen. Je kunt beschrijven welke rol bacteriën spelen voor de mens.

- Bacteriën zijn eencellig.
 - Bacteriën planten zich voort door te delen.
- De meeste soorten bacteriën voeden zich met dode resten van organismen (reducenten).
 - In de natuur ruimen ze dode resten van organismen op. Hierbij komen voedingsstoffen (voedingszouten) vrij die door planten kunnen worden gebruikt.
 - Bacteriën kunnen voedsel bederven.
 - Je kunt voedselbederf tegengaan door voedsel te conserveren.
- Bacteriën kunnen infectieziekten veroorzaken (bijv. cholera, longontsteking, oorontsteking en tuberculose).
 - Bacteriële infectieziekten kunnen worden bestreden met antibiotica (bijv. penicilline).
- Bacteriën worden gebruikt bij de productie van voedingsmiddelen (bijv. yoghurt en zuurkool).
- Bacteriën kunnen ook worden gebruikt om voedingsstoffen, hormonen en eiwitten te produceren (moderne biotechnologie).
- Goede hygiëne kan infectieziekten voorkomen.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Je kunt kenmerken van schimmels noemen. Je kunt beschrijven welke rol schimmels spelen voor de mens.

- Gisten zijn eencellige schimmels.
 - Gisten planten zich voort door te delen.
- Meercellige schimmels bestaan meestal uit schimmeldraden.
 - Meercellige schimmels planten zich meestal voort door sporen.
 - Bij sommige soorten schimmels ontstaan de sporen in paddenstoelen.
 - Bij andere soorten schimmels ontstaan de sporen aan de uiteinden van schimmeldraden.
- De meeste soorten schimmels voeden zich met dode resten van organismen (reducenten).
 - In de natuur ruimen ze dode resten van organismen op.
 - Schimmels kunnen voedsel bederven.
- Schimmels kunnen infectieziekten veroorzaken (bijv. zwemmerseczeem).
 - Deze infectieziekten kunnen worden bestreden met geneesmiddelen.

- Schimmels worden gebruikt:
 - bij de productie van voedingsmiddelen (bijv. brood, bier, wijn en schimmelkaas);
 - als voedingsmiddel: de paddenstoelen van sommige soorten schimmels kunnen worden gegeten (bijv. champignons);
 - de productie van geneesmiddelen (bijv. penicilline).

DOELSTELLING 5 **BASISSTOF 4**

Je kunt het plantenrijk indelen in sporenplanten en zaadplanten. Van beide kun je kenmerken en voorbeelden noemen. Je kunt de sporenplanten indelen in drie stammen.

Planten	Kenmerken	Voorbeelden
Sporenplanten	– wortels, stengels, bladeren – geen bloemen – voortplanting door sporen	– haarmos – heermoes (paardenstaart) – mannetjesvaren
Zaadplanten	– wortels, stengels, bladeren – bloemen – voortplanting door zaden	– beuk – conifeer – paardenbloem

- Drie stammen van de sporenplanten:
 - mossen;
 - paardenstaarten;
 - varens.

DOELSTELLING 6 **BASISSTOF 4**

Je kunt de stam van de zaadplanten indelen in twee klassen. Van elke klasse kun je kenmerken en voorbeelden noemen.

Klasse	Kenmerken	Voorbeelden
Naaktzadigen	– zaden tussen de schubben van kegels – bladeren meestal naaldvormig	– den – spar
Bedektzadigen	– zaden in vruchten – bladeren niet naaldvormig	– appelboom – boterbloem – waterlelie

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Je kunt het dierenrijk indelen in zeven stammen. Van elke stam kun je kenmerken en voorbeelden noemen.

- Iets is symmetrisch als je het in twee gelijke helften (spiegelbeelden) kunt indelen.
 - Tweezijdig symmetrisch: je kunt het dier maar op één manier in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
 - Veelzijdig symmetrisch: je kunt het dier op meerdere manieren in twee ongeveer gelijke helften te verdelen.
 - Niet-symmetrisch: je kunt het dier op geen enkele manier in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
- Een dier kan een skelet hebben van stevige delen in of rondom zijn lichaam. Sommige dieren hebben geen skelet.
 - Uitwendig skelet: het skelet zit aan de buitenzijde van het lichaam.
 - Inwendig skelet: het skelet zit binnen in het lichaam.

Stam	Kenmerken	Voorbeelden
Sponzen	– niet-symmetrisch – een skelet van stevige hoornvezels tussen de cellen – zitten meestal vast op de bodem van de zee	– badspons – olifantoor-spons
Holte-dieren	– veelzijdig symmetrisch – meestal geen skelet – leven in het water – vangen hun prooi met tentakels (vangarmen)	– anemoon – kwal
Wormen	– tweezijdig symmetrisch – geen skelet – het lichaam is lang en dun	– lintworm – regenworm – spoelworm
Weekdieren	– tweezijdig symmetrisch – meestal een schelp of huisje als skelet	– inktvis – mossel – slak
Geleed-potigen	– tweezijdig symmetrisch – een uitwendig skelet (pantser) – groei is alleen mogelijk tijdens vervellingen – geledede poten – het lichaam bestaat (voor een deel) uit segmenten	– krab – spin – vlieg – duizend-poot
Stekel-huidigen	– veelzijdig symmetrisch – inwendig skelet van kalk – de huid is bedekt met stekels of knobbels – leven op de bodem van de zee	– zee-egel – zeester
Gewervelden	– tweezijdig symmetrisch – een inwendig skelet met een wervelkolom	– kikker – meeuw – rietvoorn

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Je kunt de stam van de geleedpotigen indelen in vier klassen. Van elke klasse kun je kenmerken en voorbeelden noemen.

Klasse	Kenmerken	Voorbeelden
Duizend-poten	– hele lichaam bestaat uit segmenten (delen) – poten aan elk segment	– miljoenpoot – reuzen-duizendpoot
Kreeft-achtigen	– deel van het lichaam bestaat uit segmenten – 10 tot 14 poten	– noordzee-garnaal – rivierkreeft
Spin-achtigen	– lichaam bestaat uit achterlijf en kopborststuk – 8 poten	– hooiwagen – huisspin
Insecten	– lichaam bestaat uit achterlijf, borststuk en kop – 6 poten	– amazonemier – citroenvlinder – zandloopkever

DOELSTELLING 9 BASISSTOF 5

Je kunt de stam van de gewervelden indelen in vijf klassen. Van elke klasse kun je kenmerken en voorbeelden noemen.

Klasse	Kenmerken	Voorbeelden
Vissen	– huid bedekt met schubben en slijm – koudbloedig – ademhaling met kieuwen – voortplanting: eieren zonder schaal – milieu: in het water	– baars
Amfibieën	– huid bedekt met slijm – koudbloedig – ademhaling eerst met kieuwen en huid; later met longen en huid – voortplanting: eieren zonder schaal – milieu: in het water en op het land	– kikker
Reptielen	– huid bedekt met droge schubben – koudbloedig – ademhaling met longen – voortplanting: eieren met leerachtige schaal – milieu: op het land	– krokodil – schildpad – slang
Vogels	– huid bedekt met veren – warmbloedig – ademhaling met longen – voortplanting: eieren met kalkschaal – milieu: in de lucht	– kiwi – merel – struisvogel
Zoogdieren	– huid bedekt met haren – warmbloedig – ademhaling met longen – voortplanting: levendbarend – milieu: op het land	– ree – walvis

DOELSTELLING 10 BASISSTOF 6

Je kunt een determineertabel van organismen gebruiken.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geoefend in het doen van een practicum met bacteriën, schimmels en planten.
- Je hebt geoefend in het maken van tekeningen.
- Je hebt geoefend in het werken met de loep en de microscoop.
- Je hebt geoefend een eigen standpunt in te nemen en dit te verdedigen.
- Je hebt geoefend een cirkeldiagram af te lezen en te maken.
- Je hebt geoefend in het gebruiken van naslagwerken.
- Je hebt geoefend in het invullen van een vertakkingsschema.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een dierverzorger.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende vragen.

Organismen worden ingedeeld in vier rijken: bacteriën, schimmels, planten en dieren.

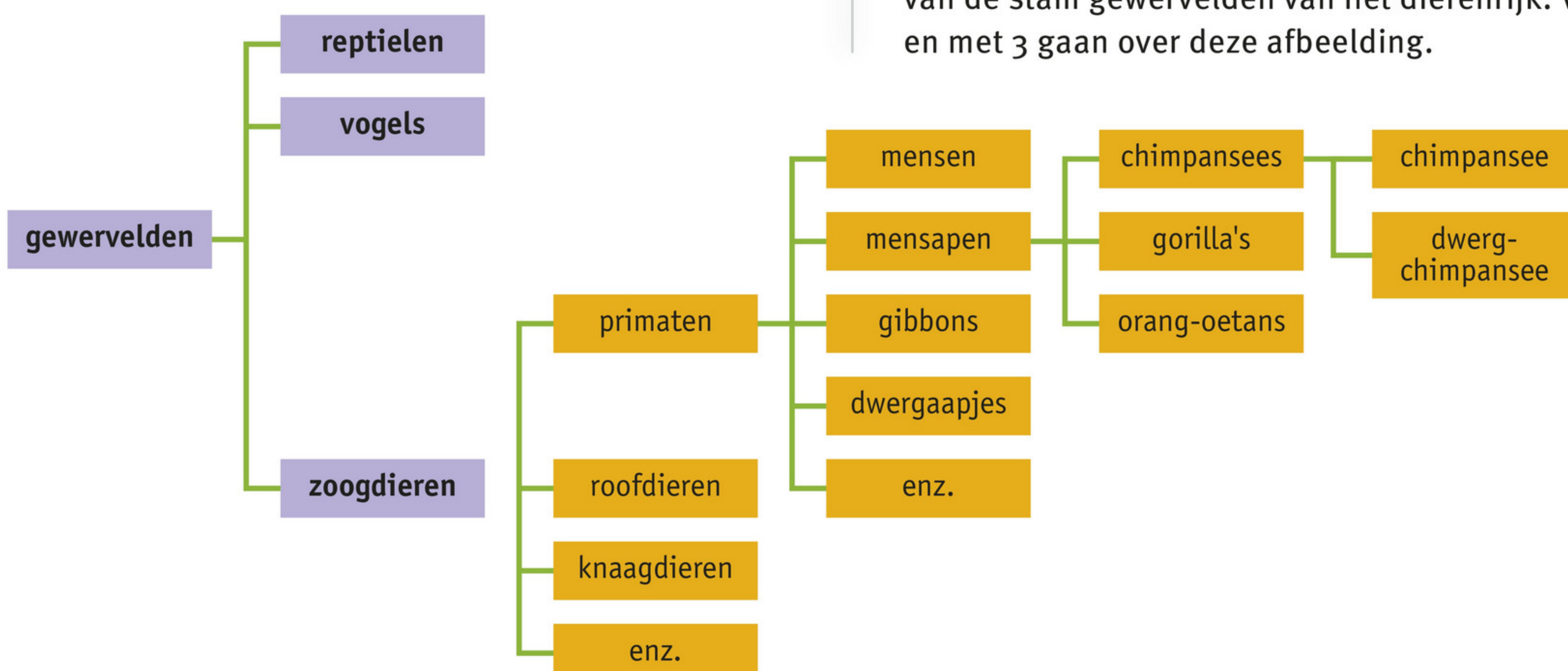
- 1 Afbeelding 47 is een foto van streptokokken. Streptokokken zijn eencellige organismen zonder kern. Tot welk van de vier rijken behoren streptokokken?

▼ **Afb. 47** Streptokokken (vergroting 15 000×).



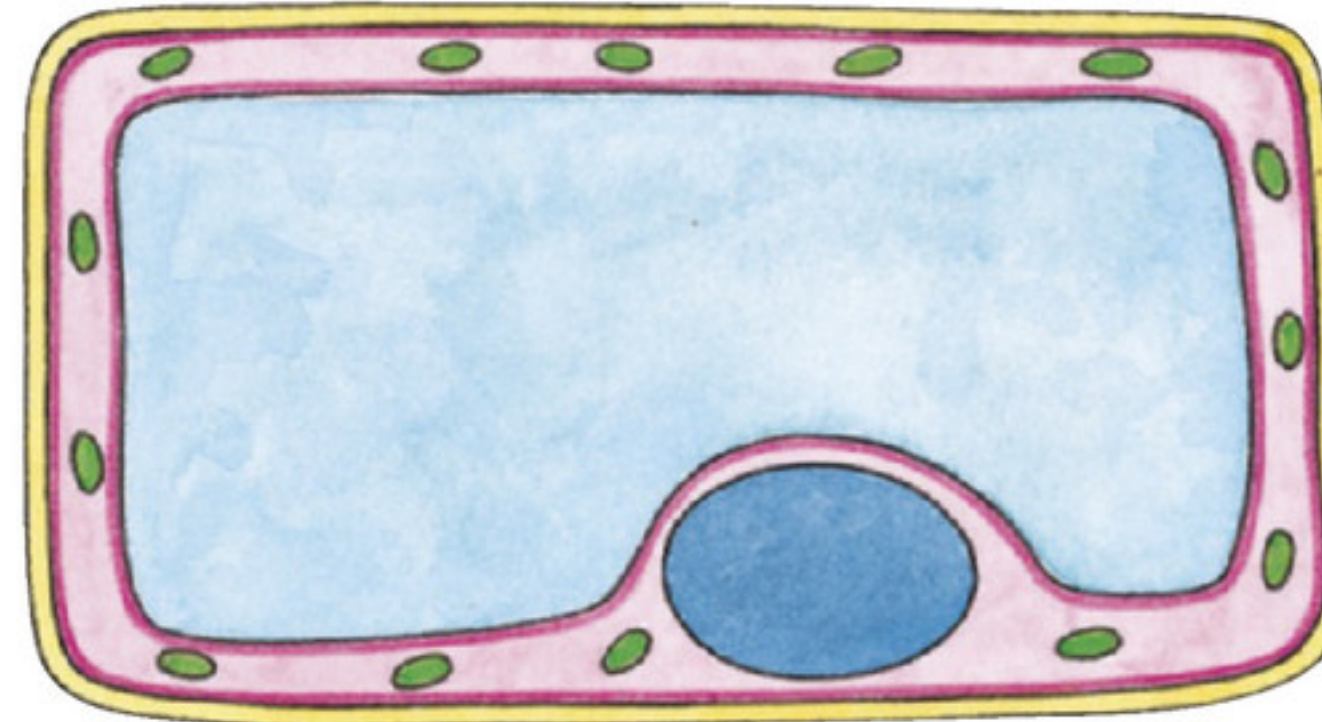
- 2 In welke rijken komen meercellige organismen voor?
- 3 Hier staan twee beweringen over schimmels:
 - 1 Cellen van schimmels hebben celkernen.
 - 2 Om cellen van schimmels bevinden zich celwanden.
 Welke van deze beweringen is (zijn) juist?

▼ **Afb. 50** Stam van de gewervelden.



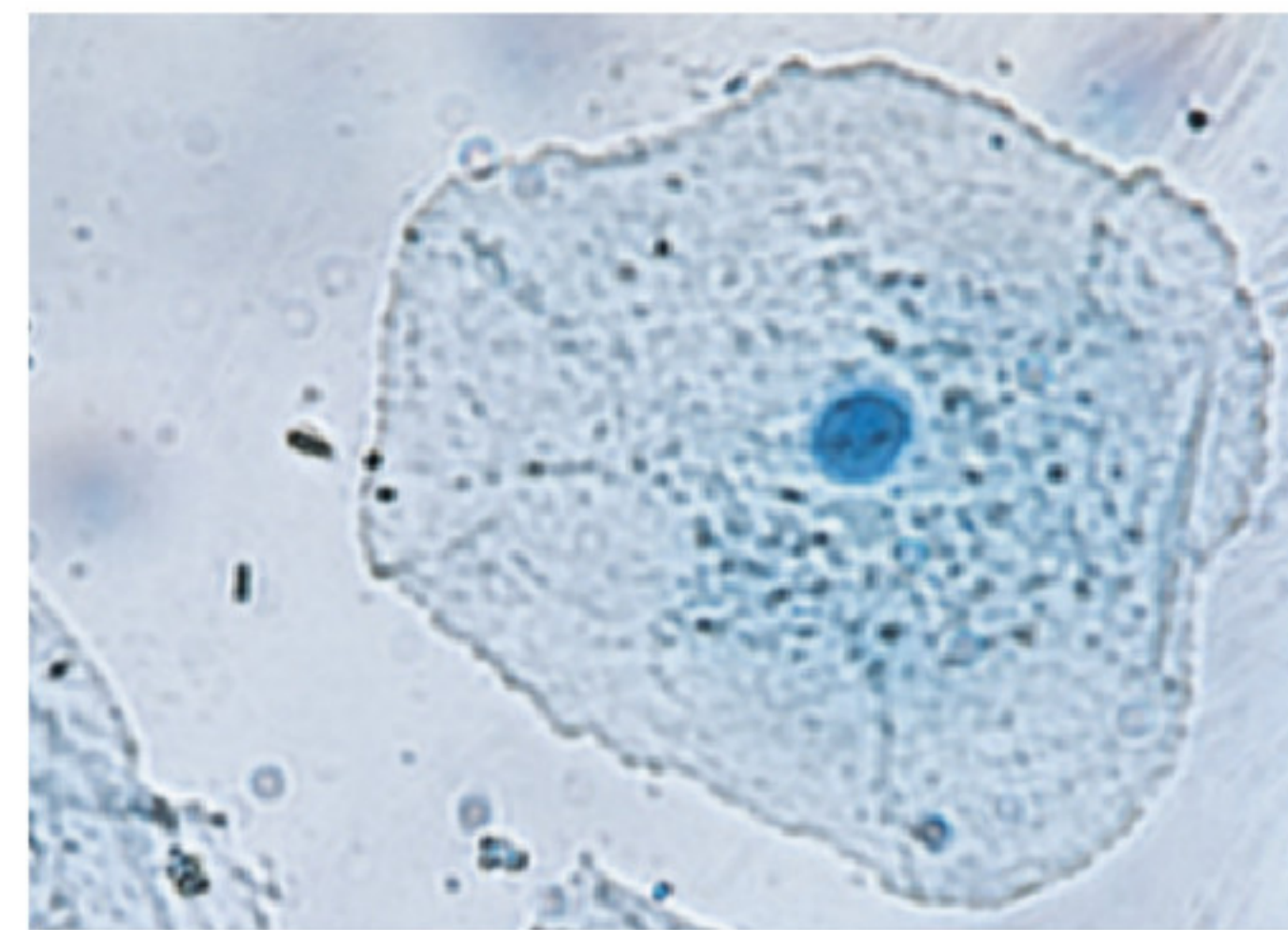
- 4 In afbeelding 48 is een cel schematisch getekend. Bij welk rijk hebben de organismen cellen met deze kenmerken?

▼ **Afb. 48** Cel (schematisch).



- 5 Afbeelding 49 is een foto van een wangslimvliescel. Zitten om wangslimvliessen celwanden?

▼ **Afb. 49** Wangslimvliescel.



- 6 Noem een gemeenschappelijk kenmerk van bacteriën, schimmels en dieren.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

Bij de verdere indeling van een rijk in groepen onderscheiden we familie – geslacht – klasse – orde – rijk – soort – stam.

Afbeelding 50 is een deel van een vertakkingsschema van de stam gewervelden van het dierenrijk. Vraag 1 tot en met 3 gaan over deze afbeelding.

- 1 Een van de groepen van de gewervelden is de groep van de zoogdieren.
Hoe wordt de groep van de zoogdieren genoemd?
 - A Familie.
 - B Geslacht.
 - C Klasse.
 - D Orde.
- 2 Hoe wordt de groep van de primaten genoemd?
 - A Familie.
 - B Geslacht.
 - C Klasse.
 - D Orde.
- 3 In afbeelding 51 zie je een chimpansee en een gorilla. Deze dieren zijn nauw aan elkaar verwant. Toch komen ze bij de verdere indeling van de zoogdieren in verschillende groepen terecht. Welke uitspraak over deze groepen is juist?
 - A Chimpansees en gorilla's behoren tot verschillende families.
 - B Chimpansees en gorilla's behoren tot verschillende geslachten.
 - C Chimpansees en gorilla's behoren tot verschillende klassen.
 - D Chimpansees en gorilla's behoren tot verschillende orden.

▼ Afb. 51 Twee zoogdieren.



1 chimpansee

2 gorilla

- 4 Noorse boskatten en Britse kortharen zijn twee kattenrassen (zie afbeelding 52). Hierover worden twee beweringen gedaan:
 - 1 Een Noorse boskat en een Britse korthaar zijn twee verschillende soorten.
 - 2 Een Noorse boskat en een Britse korthaar kunnen vruchtbare nakomelingen krijgen.
Welke van deze beweringen is (zijn) juist?
 - A Alleen bewering 1 is juist.
 - B Alleen bewering 2 is juist.
 - C Beide beweringen zijn juist.
 - D Geen van de beweringen is juist.

▼ Afb. 52 Katten.



1 Noorse boskat

2 Britse korthaar

- 5 De volgende beweringen gaan over de context 'Lijger en teeuw' in afbeelding 53:
 - 1 Een leeuw en een tijger behoren tot dezelfde soort.
 - 2 Een teeuw en een lijger behoren tot dezelfde soort.
Welke van deze beweringen is (zijn) juist?
 - A Alleen bewering 1 is juist.
 - B Alleen bewering 2 is juist.
 - C Beide beweringen zijn juist.
 - D Geen van de beweringen is juist.

▼ Afb. 53

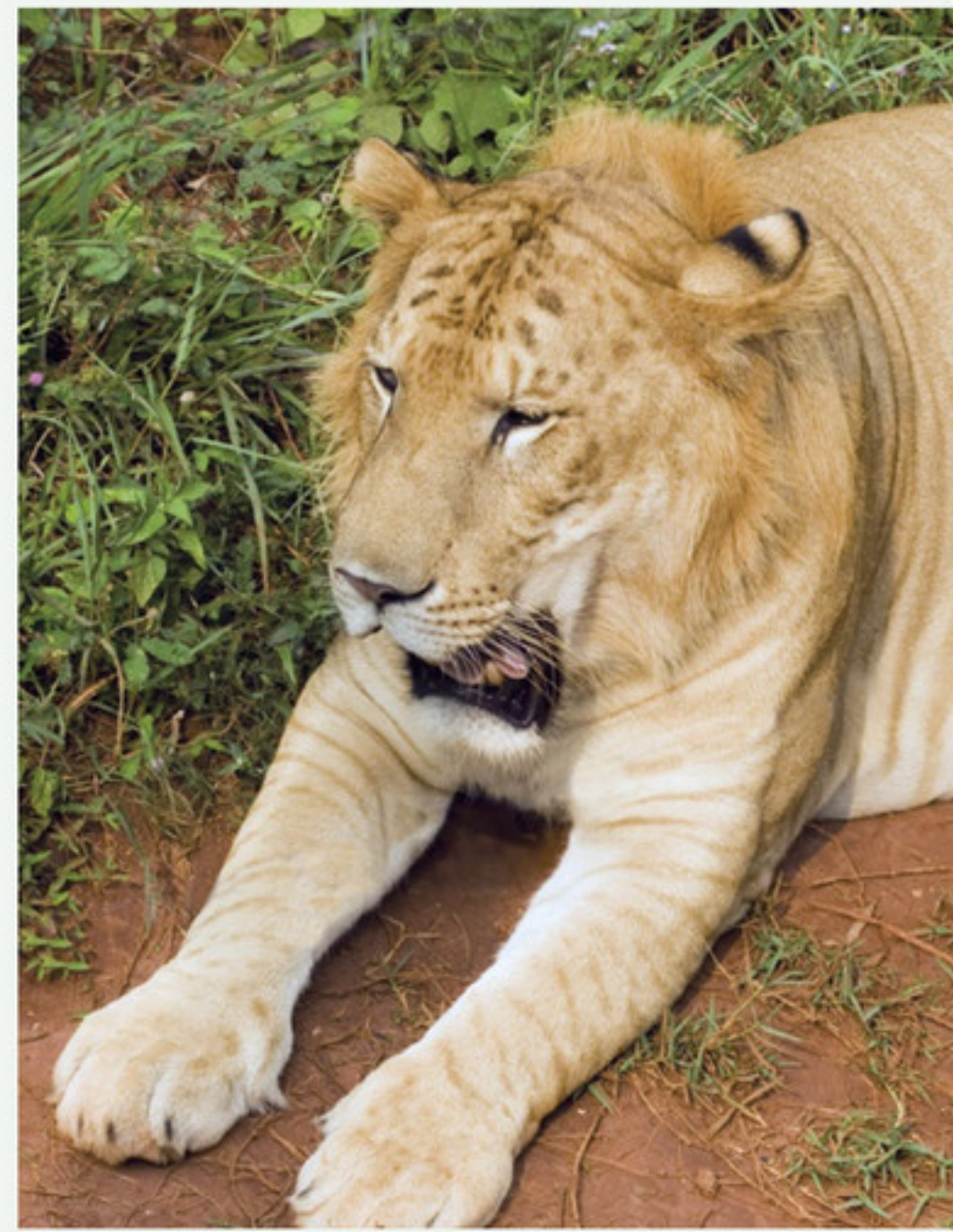
Lijger en teeuw

Een lijger en een teeuw kunnen worden geboren als een leeuw en een tijger zich voortplanten. Is de moeder een tijger, dan ontstaat een lijger (zie foto 1). Is de moeder een leeuw, dan ontstaat een teeuw (zie foto 2).

Een lijger en een teeuw zijn niet vruchtbaar. Ze kunnen zich dus niet voortplanten. Opvallend is ook dat ze een stuk groter zijn dan hun ouders.



1 lijger



2 teeuw

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Bacteriën zijn te klein om met het blote oog te zien.
- 2 Bacteriecellen hebben geen celkern, maar wel chromosomen.
- 3 Bacteriën planten zich voornamelijk voort door sporen.
- 4 Bacteriën zijn nuttig als reducenten in de natuur.
- 5 Bacteriën kunnen oorontsteking veroorzaken.

De context 'Een experiment' van afbeelding 54 hoort bij vraag 6 en 7.

- 6 Schaaltje 1 heeft in de koelkast gestaan.
- 7 Schaaltje 3 heeft in de diepvries gestaan.

▼ Afb. 54

Een experiment

Bij een onderzoek naar de houdbaarheid van voedsel doet men een experiment met melk.

In drie petrischaaltjes wordt een laagje agar gedaan. Agar bevat voedingsstoffen voor bacteriën.

Op de agar kan men bacteriën aanbrengen. Als de omstandigheden gunstig zijn, gaan deze bacteriën zich delen. Uit elke bacterie ontstaat dan een groepje bacteriën, een zogenoemde kolonie. Een kolonie is met het blote oog zichtbaar.

Met een wattenstaafje brengt men in elk petrischaaltje wat melk op het agarlaagje aan. De melk is afkomstig uit hetzelfde glas. Eén schaalte wordt in de diepvries gezet, één in de koelkast en één in een kast bij kamertemperatuur. Na enkele dagen worden de schaaltes bekeken. Het resultaat is te zien in de afbeelding.



Legenda:

 = bacteriekolonie

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Hoe planten meercellige schimmels zich meestal voort?
- 2 In afbeelding 55 zie je hondenpoep. Uit de afbeelding kun je afleiden dat schimmels nuttig zijn. Leg dat uit.

▼ Afb. 55 Hondenpoep.



Schimmels kunnen worden gebruikt voor de productie van geneesmiddelen. Een voorbeeld hiervan is amoxicilline. Dit geneesmiddel doodt bacteriën door de celwanden van bacteriën af te breken. De schimmel zelf wordt niet gedood door de stof amoxicilline.

Vraag 3 en 4 gaan over deze informatie.

3 Hoe noem je een geneesmiddel zoals amoxicilline?

4 De schimmels worden zelf niet gedood door de stof amoxicilline.

Wat zegt dat over de celwanden van bacteriën en schimmels?

5 Drie leerlingen doen een uitspraak over het bewaren van brood.

Demi zegt: 'Je moet brood bewaren in de koelkast. Dat is zo, omdat brood met behulp van schimmels is gemaakt.'

Rachid zegt: 'Je hoeft brood niet in de koelkast te bewaren. Dat is zo, omdat die schimmels tijdens het bakken van het brood gedood zijn.'

Naomi zegt: 'Schadelijke bacteriën komen vaker voor op kip dan op brood.'

Welke leerling heeft of welke leerlingen hebben gelijk?

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom.

We verdelen het plantenrijk in sporenplanten en zaadplanten.

- 1 Bij welke groep hebben de planten wortels, stengels en bladeren, maar geen bloemen?
- 2 Tot welke groep behoort stinkende gouwe (zie afbeelding 56)?

▼ **Afb. 56** Stinkende gouwe.



3 Tot welke groep behoort gaffeltand (zie afbeelding 57)?

4 Paardenstaarten maken hun voortplantingscellen in speciale orgaantjes zoals die in afbeelding 58 zijn afgebeeld.

Bij welke groep komen deze planten voor?

▼ **Afb. 57** Gaffeltand.



▼ **Afb. 58** Paardenstaart.



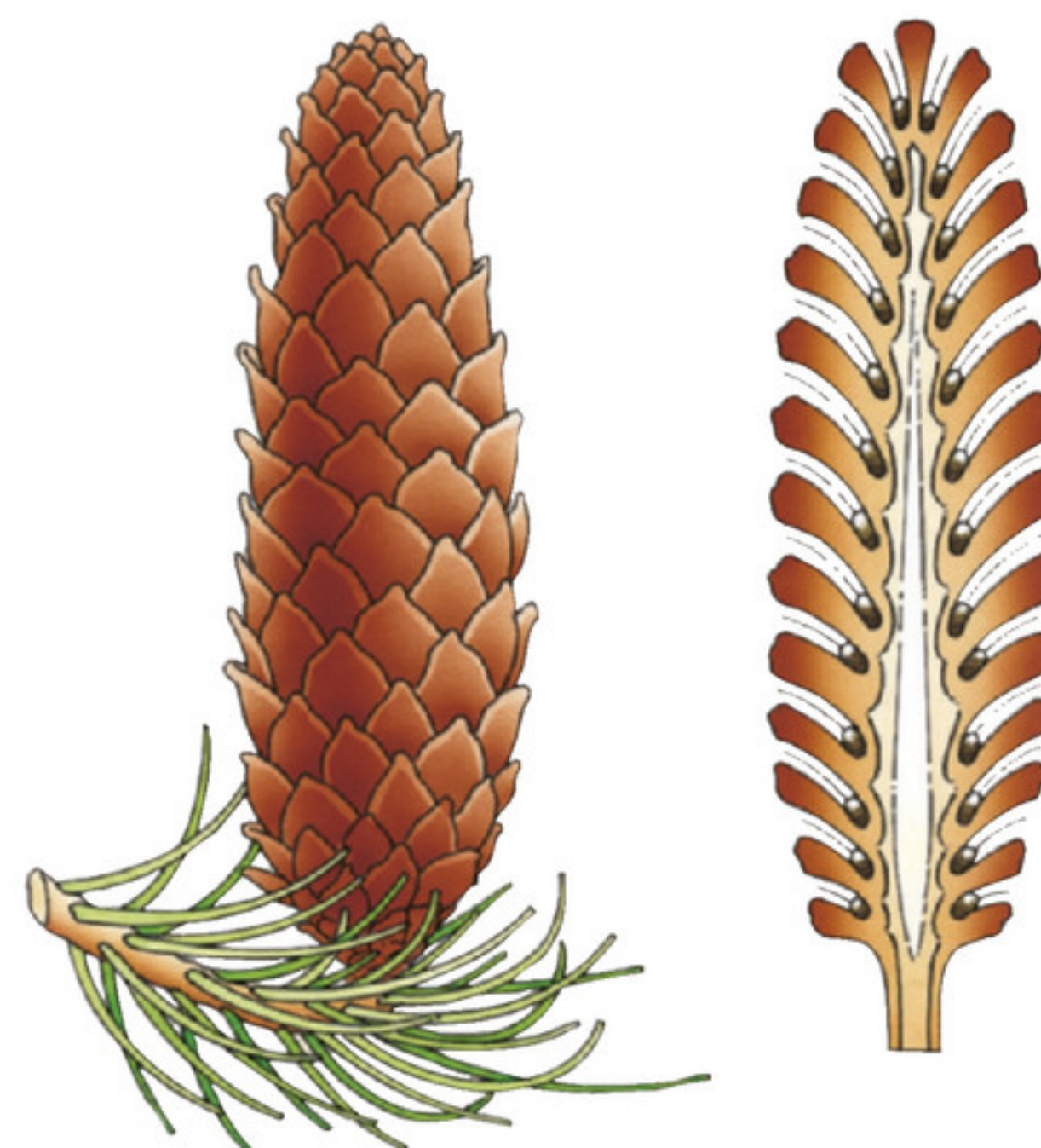
DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom.

- 1 Bij welke klasse van de zaadplanten zitten de zaden in vruchten?
- 2 Bij welke klasse van de zaadplanten komt het plantendeel van afbeelding 59 voor?

▼ **Afb. 59** Plantendeel.



3 Bij welke klasse van de zaadplanten zijn de bladeren meestal naaldevormig?

- 4 Tot welke klasse van de zaadplanten behoort witte klaver (zie afbeelding 60)?

▼ **Afb. 60** Witte klaver.



DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.
In afbeelding 61 zie je vier foto's van dieren. Vraag 1 en 2 gaan over deze dieren.

▼ **Afb. 61** Vier dieren.



1 kwal



2 sprinkhaan



3 zeester



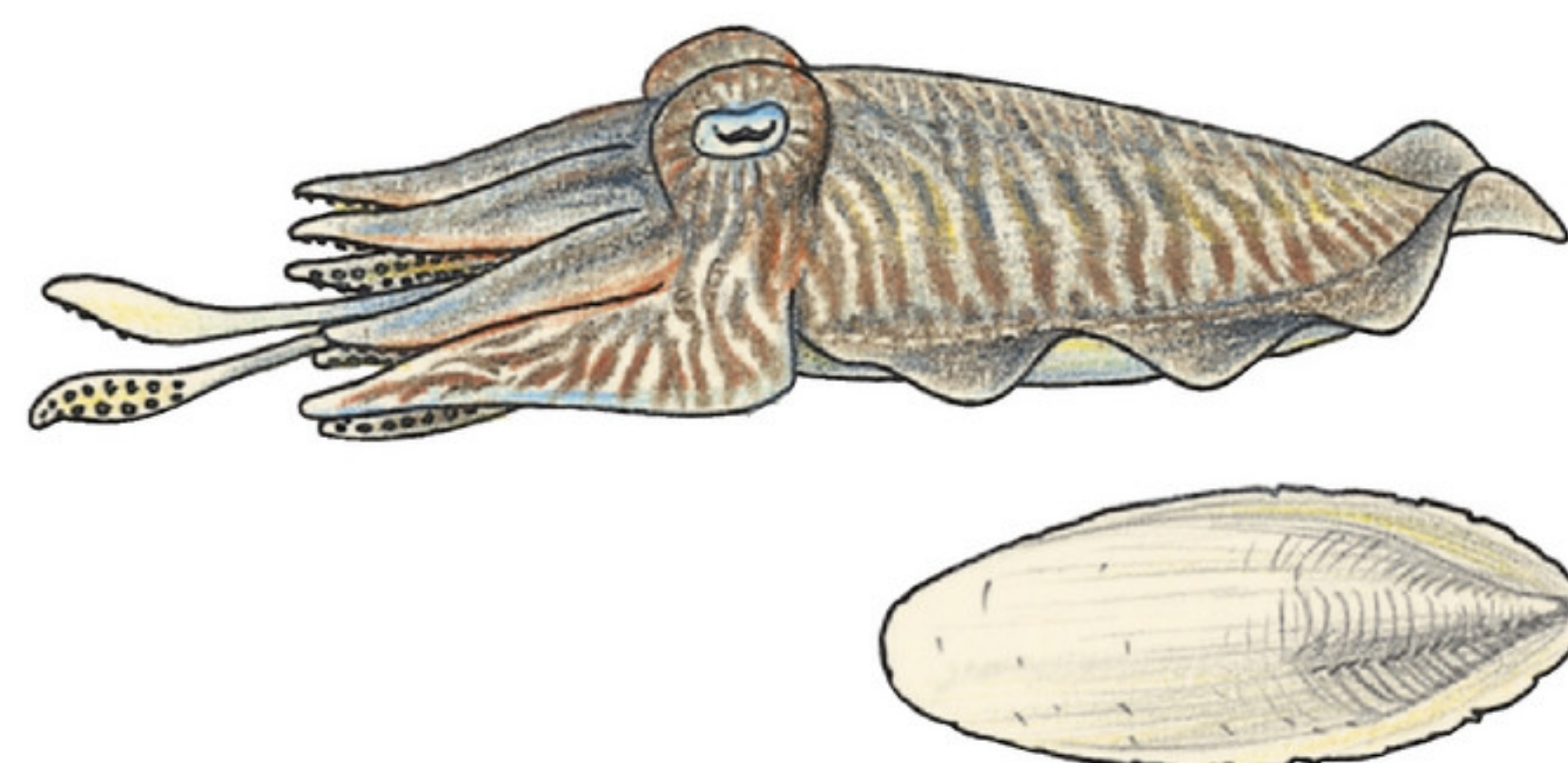
4 regenworm

- 1 Welke van de afgebeelde dieren zijn veelzijdig symmetrisch?
 - A Alleen de dieren 1 en 2.
 - B Alleen de dieren 1 en 3.
 - C Alleen de dieren 2 en 3.
 - D Alleen de dieren 2 en 4.
 - E Alleen de dieren 3 en 4.

- 2 Welke van de afgebeelde dieren hebben geen skelet?
 - A Alleen de dieren 1 en 3.
 - B Alleen de dieren 1 en 4.
 - C Alleen de dieren 3 en 4.
 - D Alleen de dieren 1, 3 en 4.
 - E De dieren 1, 2, 3 en 4.

- 3 In afbeelding 62 zie je een zeekat. Restanten van dode, vergane zeekatten kun je als 'zeeschuim' aantreffen op het strand. Een zeekat behoort tot de weekdieren.
Op grond van welke kenmerken behoort een zeekat tot de weekdieren?
 - A De huid is bedekt met stekels of knobbels en het dier is tweezijdig symmetrisch.
 - B Het dier heeft een inwendige schelp als skelet en het lichaam bestaat uit segmenten.
 - C Het dier is tweezijdig symmetrisch en heeft een inwendige schelp als skelet.
 - D Het lichaam van het dier bestaat uit segmenten en de huid is bedekt met stekels of knobbels.

▼ **Afb. 62** Zeekat.



- 4 Afbeelding 63 is een foto van een kameleon. Tot welke stam van het dierenrijk behoort de kameleon?
- A Tot de geleedpotigen.
 - B Tot de gewervelden.
 - C Tot de weekdieren.

▼ Afb. 63 Kameleon.



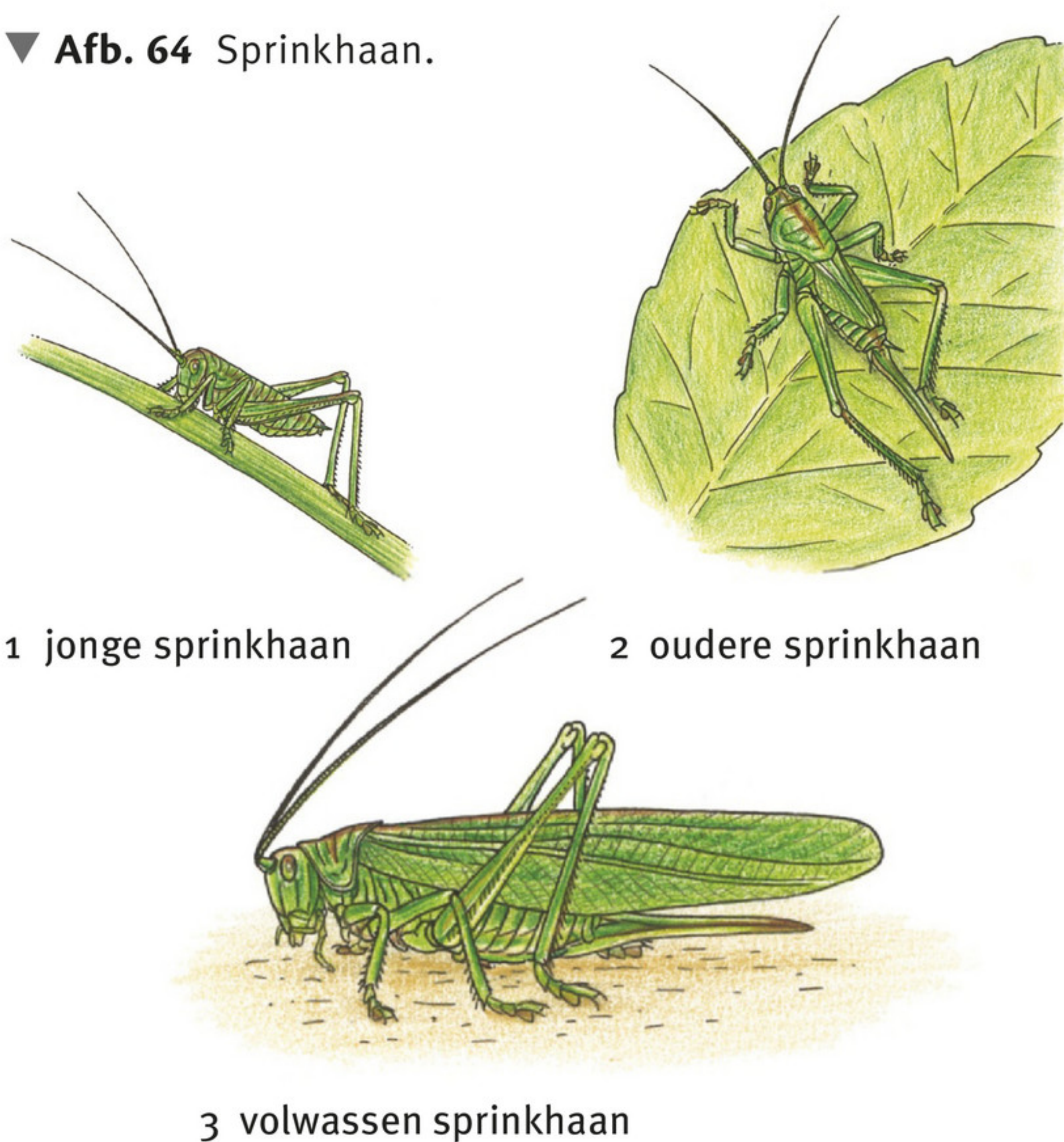
DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

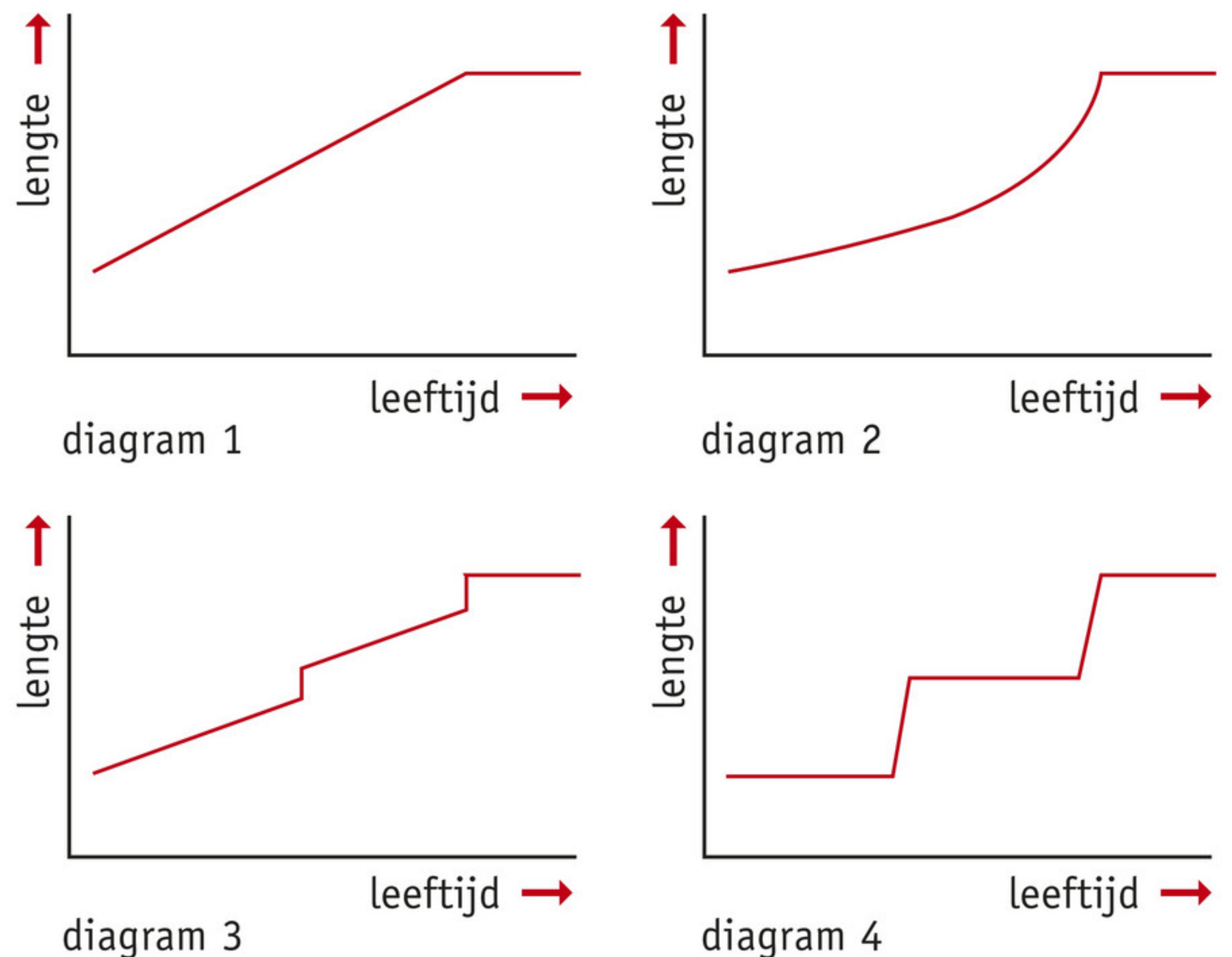
- 1 Een sprinkhaan vervelt tijdens de groei een aantal keren (zie afbeelding 64). Tijdens de vervelling groeit een sprinkhaan in korte tijd snel. Tot welke stam van het dierenrijk behoren sprinkhanen?
- A Tot de geleedpotigen.
 - B Tot de gewervelden.
 - C Tot de holtedieren.
 - D Tot de weekdieren.

▼ Afb. 64 Sprinkhaan.



- 2 In de diagrammen in afbeelding 65 is de groei van een sprinkhaan schematisch weergegeven. In welk diagram is dit op de juiste manier gedaan?
- A In diagram 1.
 - B In diagram 2.
 - C In diagram 3.
 - D In diagram 4.

▼ Afb. 65 Groei van een sprinkhaan.



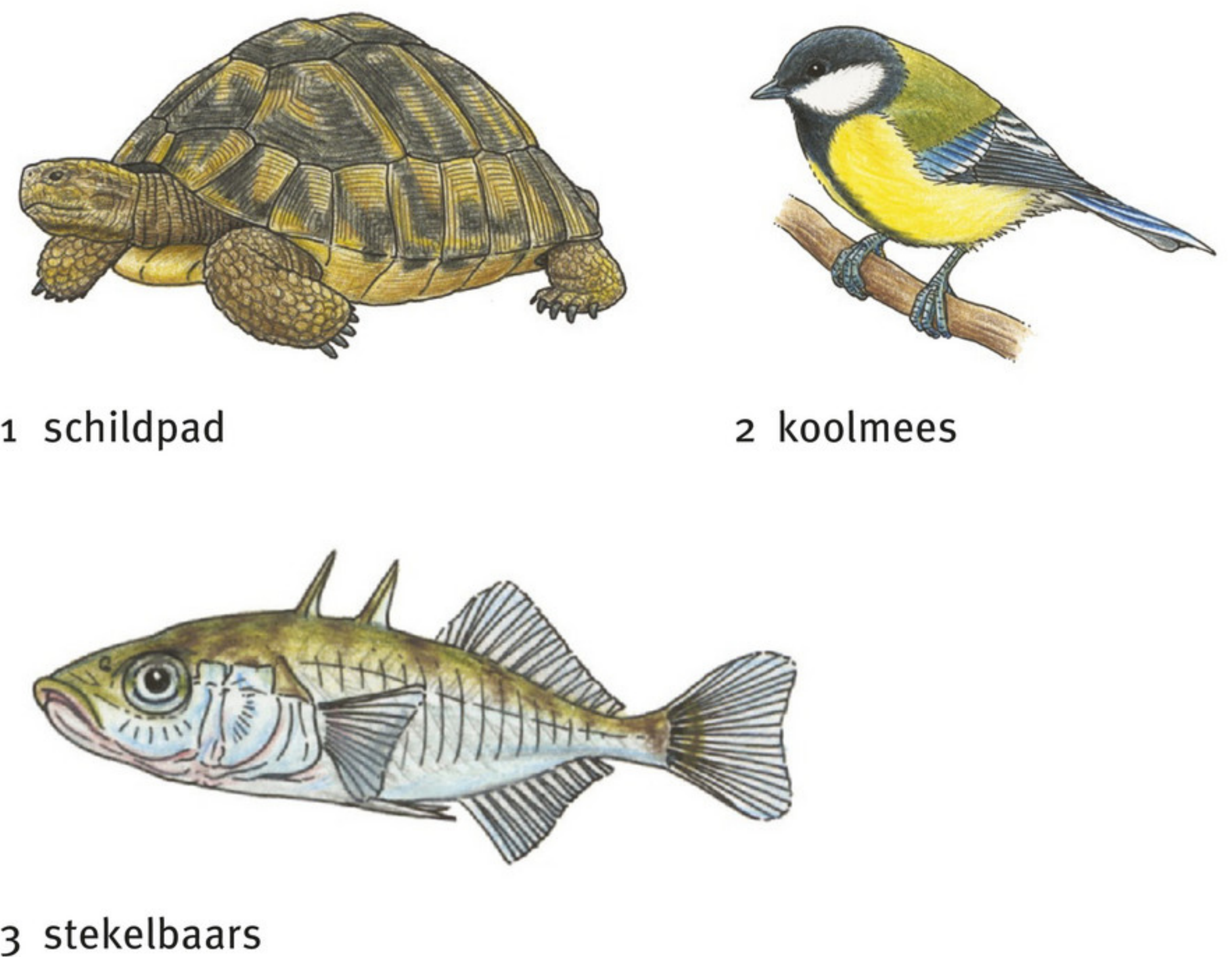
DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In afbeelding 66 zijn drie soorten gewervelden getekend. Bij welke van deze soorten legt het vrouwtje eieren om zich voort te planten?

▼ Afb. 66 Gewervelden.



- 2 De lichaamstemperatuur van vissen wordt vergeleken met de temperatuur van het slootwater waarin zij in de winter leven. De temperatuur van het slootwater is ongeveer 4 °C.
Wat kun je zeggen over de lichaamstemperatuur van de vissen? Is deze veel hoger dan die van het slootwater, veel lager of zal er niet zoveel verschil zijn? Leg je antwoord uit.
- 3 Een vleermuis haalt adem met longen (zie afbeelding 67). De huid van een vleermuis is bedekt met haren.
Plant een vleermuis zich levendbarend voort of door middel van eieren? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 67** Vleermuis.



- 4 Een ringslang is de meest voorkomende slangensoort in Nederland (zie afbeelding 68).
Tot welke klasse van de gewervelden behoort een ringslang?

▼ **Afb. 68** Ringslang.



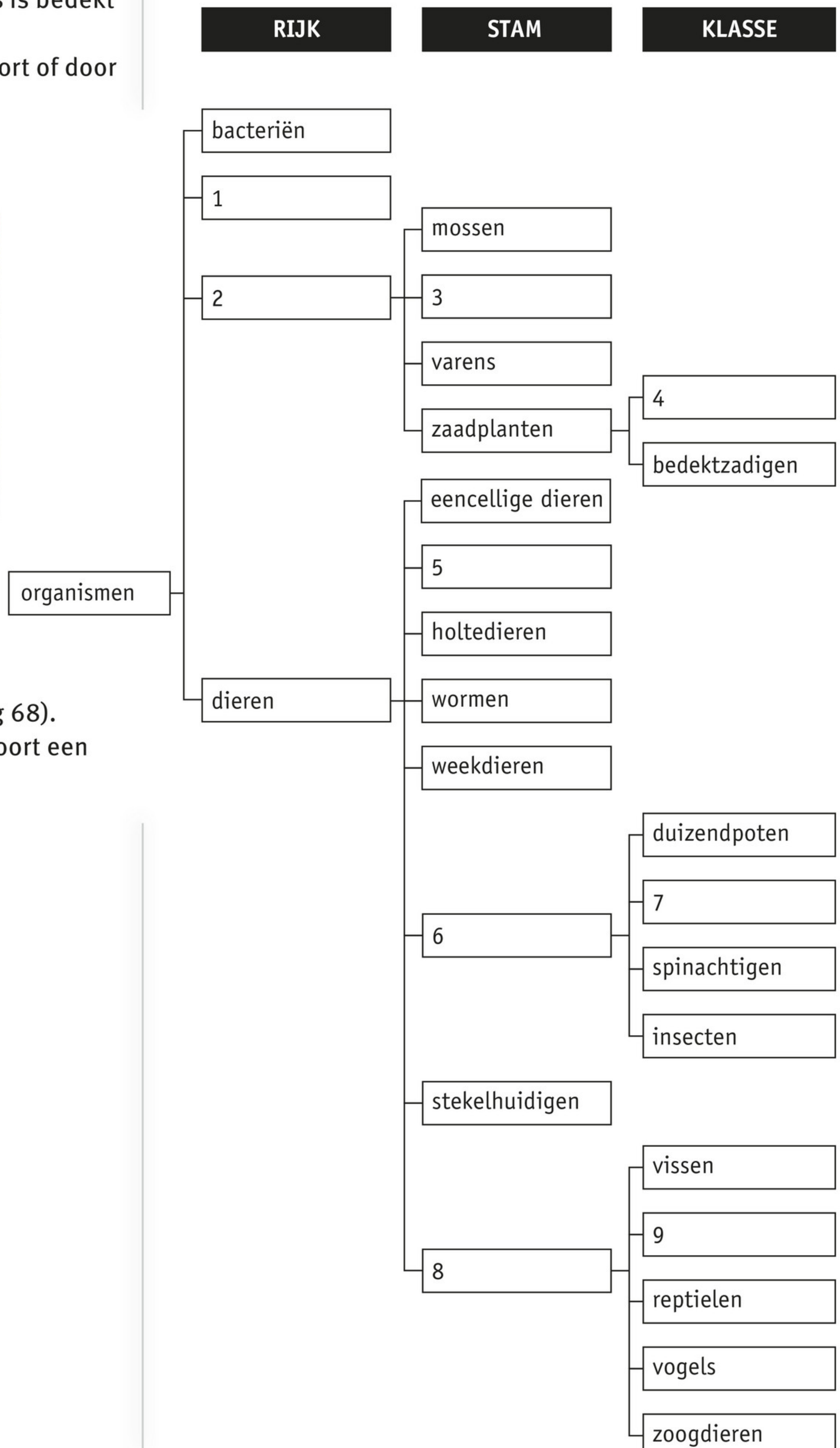
DOELSTELLING 10

BASISSTOF 6

Maak de volgende opdrachten.

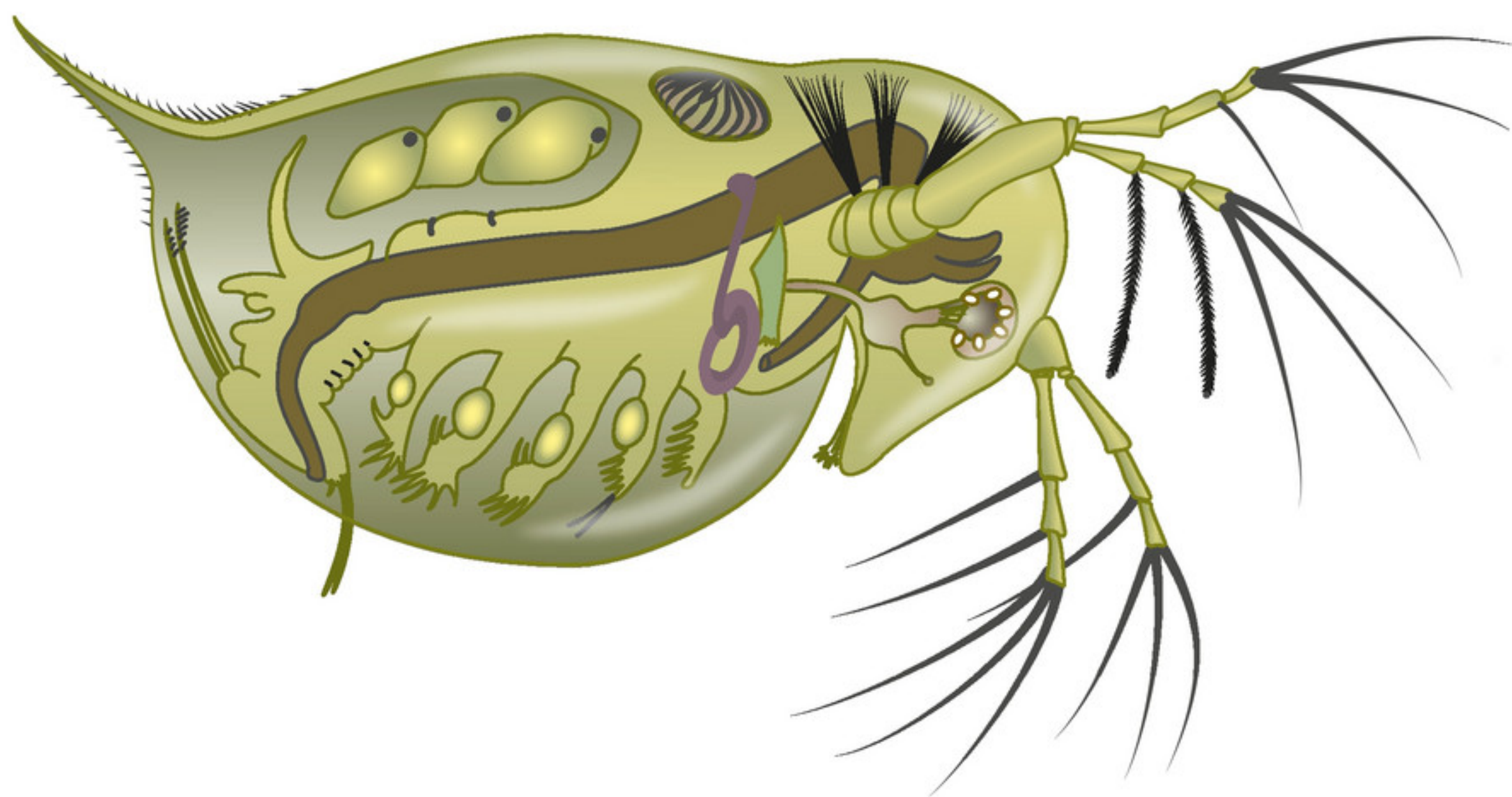
- 1 In afbeelding 69 is een vertakkingsschema van de organismen weergegeven. Enkele rijken, stammen en klassen zijn vervangen door nummers. Noteer de namen van deze rijken, stammen en klassen.

▼ **Afb. 69** Vertakkingsschema van organismen.



- 2 In afbeelding 70 zijn twee kleine waterdieren getekend.
Determineer deze dieren met behulp van de determineertabel van afbeelding 71.
Noteer de namen van de diersoorten en noteer de stappen die je in de determineertabel maakt.

▼ Afb. 70 Waterdieren.



1 Dit dier is ongeveer 35× vergroot.



2 Dit dier is ongeveer 3× vergroot.

▼ Afb. 71

DETERMINEERTABEL VOOR ENKELE KLEINE WATERDIJREN		
1 a	Het dier is een paar mm groot	2
b	Het dier is groter dan een paar mm.....	3
2 a	Het dier heeft een staartje	watervlo
b	Het dier heeft twee staartjes	eenoogekreeftje
3 a	Het dier lijkt op een klein bolletje	watermijt
b	Het dier lijkt niet op een klein bolletje.....	4
4 a	Het dier heeft echte poten van meer dan 5 mm lang.....	5
b	Het dier heeft geen echte poten	8
5 a	Het dier heeft een huisje van takjes, blaadjes of zandkorreltjes	kokerjuffer
b	Het dier heeft geen huisje van takjes, blaadjes of zandkorreltjes.....	6
6 a	Het dier heeft vier poten	salamander
b	Het dier heeft meer dan vier poten	7
7 a	Het dier heeft zes poten.....	libellenlarve
b	Het dier heeft acht poten	waterspin
8 a	Het dier heeft een staart langer dan het lichaam zelf.....	rattenstaartlarve
b	Het dier heeft een kortere staart dan het lichaam zelf of het heeft geen staart	9
9 a	Het dier heeft een geschubde huid en vinnen	grondel
b	Het dier heeft geen geschubde huid en vinnen	10
10 a	Het dier heeft een schelp.....	11
b	Het dier heeft geen schelp	13
11 a	De schelp is gedraaid	12
b	De schelp is niet gedraaid	zoetwatermossel
12 a	De schelp is plat.....	posthoornslak
b	De schelp is niet plat	poelslak
13 a	Het dier heeft een dik rond lichaam	kikkervisje
b	Het dier heeft een langwerpig lichaam	14
14 a	Het dier is glad	bloedzuiger
b	Het dier heeft haren op het lichaam	muggenlarve

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

PLUSSTOF

1 De dubbele naamgeving

▼ **Afb. 72** Vogelbekdier (*Ornithorhynchus anatinus*).



▼ **Afb. 73** Nederlandse naam en wetenschappelijke naam.



1 jaguar (*Panthera onca*)



2 panter (*Panthera pardus*)

In dit boek gebruiken we voor planten en dieren de Nederlandse naam. In naslagwerken en internetbronnen wordt vaak de **wetenschappelijke naam** gebruikt.

In deze verrijkingstof leer je hoe de wetenschappelijke naam in elkaar zit. Je moet vragen beantwoorden.

HET VOGELBEKDIER

Sommige dieren zijn moeilijk te determineren doordat ze onverwachte kenmerken hebben. Een voorbeeld hiervan is een dier met de snavel van een eend, het lijf van een (grote) mol en de staart van een bever. Dit is het vogelbekdier (zie afbeelding 72). Vogelbekdieren leven in rivieren in Australië en Tasmanië.

Een vogelbekdier is warmbloedig en heeft haren. Hij leeft op het land en in het water. Zijn vacht is waterafstotend. Met zijn snavel wroet hij door de modder op zoek naar bijvoorbeeld vis en wormen. Hij kan goed zwemmen door de zwemvliezen tussen zijn tenen. Jonge vogelbekdieren komen uit eieren met een leerachtige schaal. De eitjes zijn heel klein en blauw, geel of wit van kleur. De jongen worden door de moeder gezoogd met melk.

WETENSCHAPPELIJKE NAMEN

De wetenschappelijke naam van het vogelbekdier is *Ornithorhynchus anatinus*.

Wetenschappelijke namen komen meestal uit het Latijn. Wanneer je de woorden letterlijk vertaalt, hebben ze vaak een logische betekenis (bijvoorbeeld: *Ornitho-* = vogel, *rhynchus* = bek, *anatinus* = eend).

De Zweedse bioloog Carolus Linnaeus heeft de wetenschappelijke naamgeving opgezet. Hij voerde de **dubbele naamgeving** in. Elke soort kreeg een **geslachtsnaam** en een **soortaanduiding**.

De geslachtsnaam wordt voorop gezet en geschreven met een hoofdletter. De soortaanduiding komt daarachter. De jaguar uit afbeelding 73 heeft als wetenschappelijke naam *Panthera onca*. De panter heeft als wetenschappelijke naam *Panthera pardus*. De geslachtsnaam van beide soorten is *Panthera*. Jaguars en panter behoren dus tot hetzelfde geslacht, maar zijn aparte soorten.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 197

2 De watervlo

▼ **Afb. 74** Watervlooien.



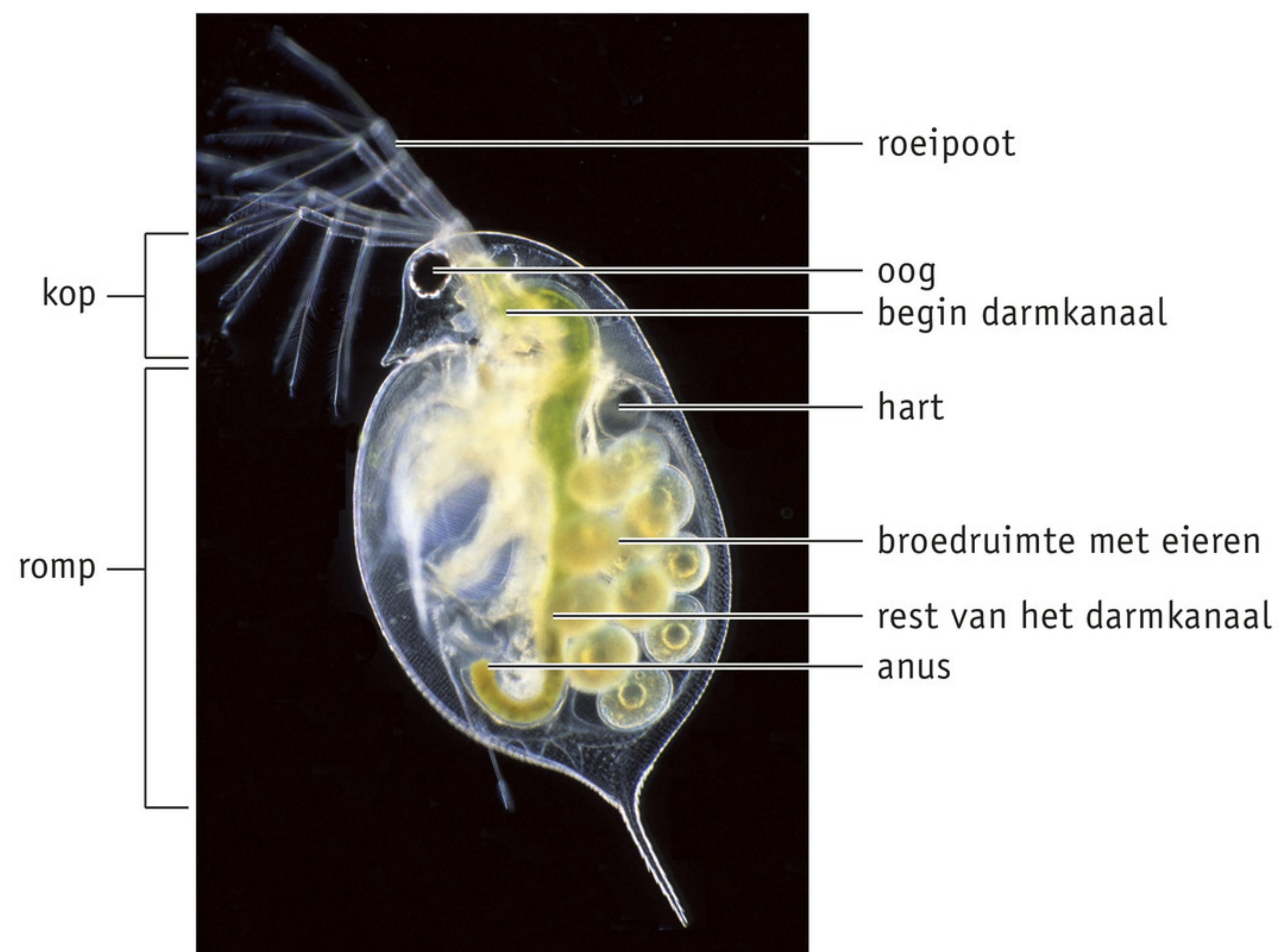
Watervlooien zijn kleine geleedpotige dieren (zie afbeelding 74). Watervlooien behoren tot de klasse van de kreeftachtigen. Watervlooien komen voor in rivieren, meren, sloten en plassen.

In deze verrijgingsstof ga je de bouw van een watervlo bestuderen. Je moet een tekening maken.

In de kop van een watervlo zie je een oog en het begin van het darmkanaal (zie afbeelding 75). Op de kop staan twee roeipoten, waarmee een watervlo zich schokkerig door het water beweegt.

In de romp zie je de rest van het darmkanaal met de anus. Watervlooien voeden zich vooral met algen. Het hart pompt bloed door het lichaam van een watervlo. Er zijn geen bloedvaten.

▼ **Afb. 75** Watervlo (vergroting 35×).



VOORTPLANTING

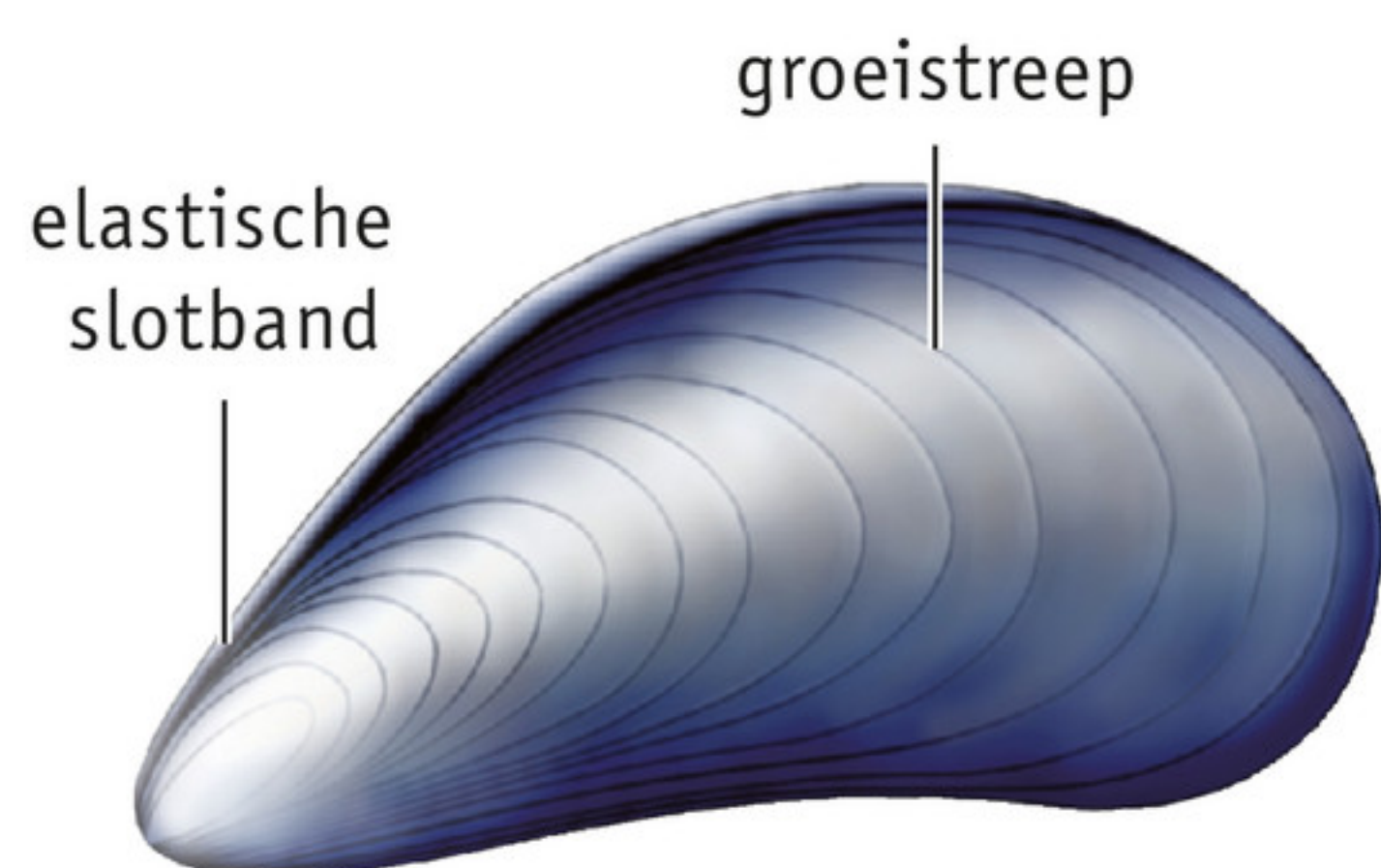
Het grootste deel van het jaar produceren watervlovrouwtjes onbevuchte eicellen waaruit vrouwtjes ontstaan. In de broedruimte (zie afbeelding 75) bevinden zich eieren of jonge watervlooien. Het grootste deel van het jaar zijn er voornamelijk watervlovrouwtjes.

Bij ongunstige omstandigheden (bijvoorbeeld in de winter of bij voedselgebrek) ontstaan er uit de eicellen ook mannetjes. De mannetjes bevruchten de eicellen. Bevruchte eicellen hebben een stevige laag om zich heen, waardoor ze ongunstige omstandigheden kunnen overleven.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 198

3 Practicum: De mossel

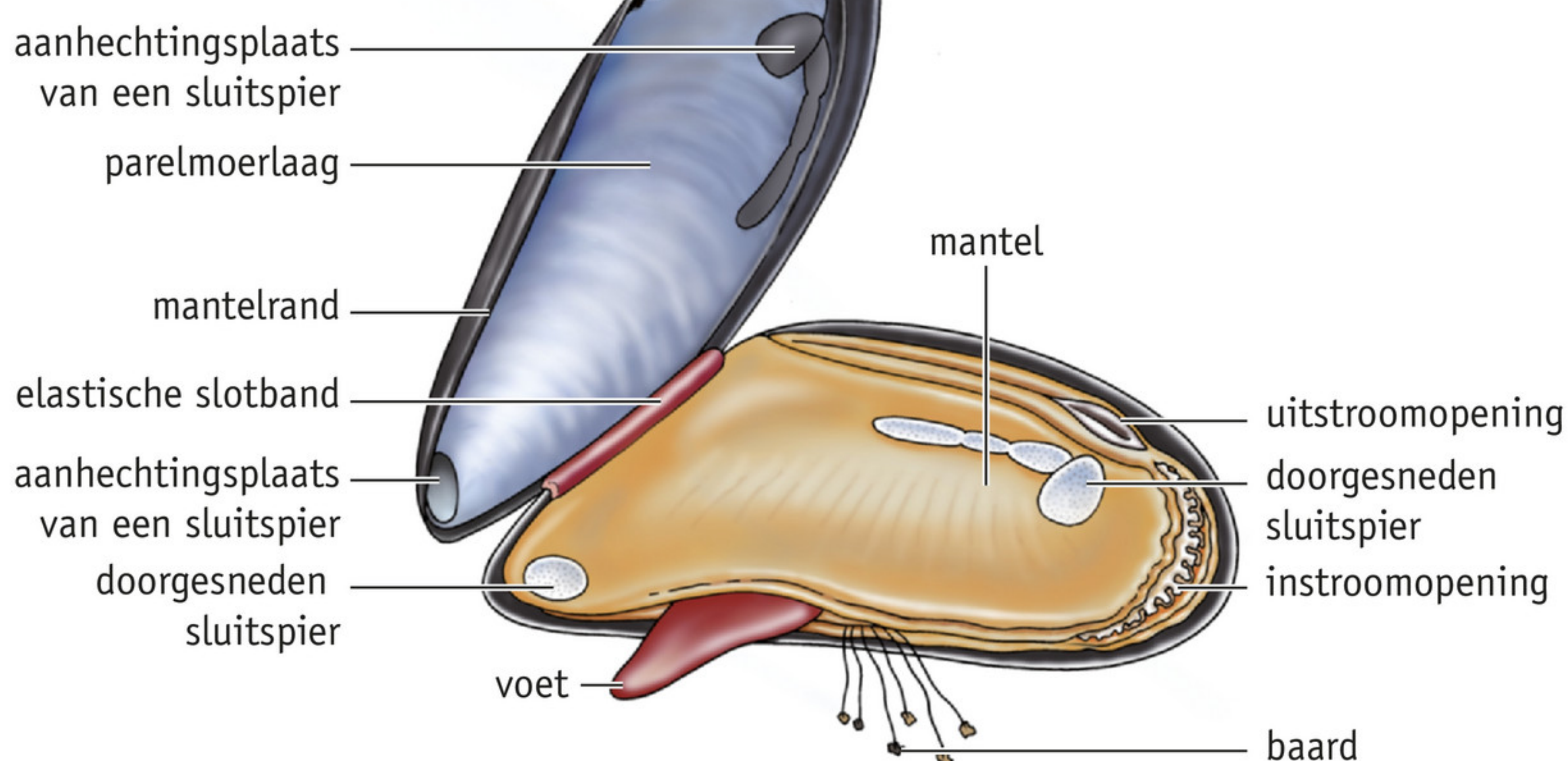
▼ **Afb. 76** Zeemossel (buitenaanzicht).



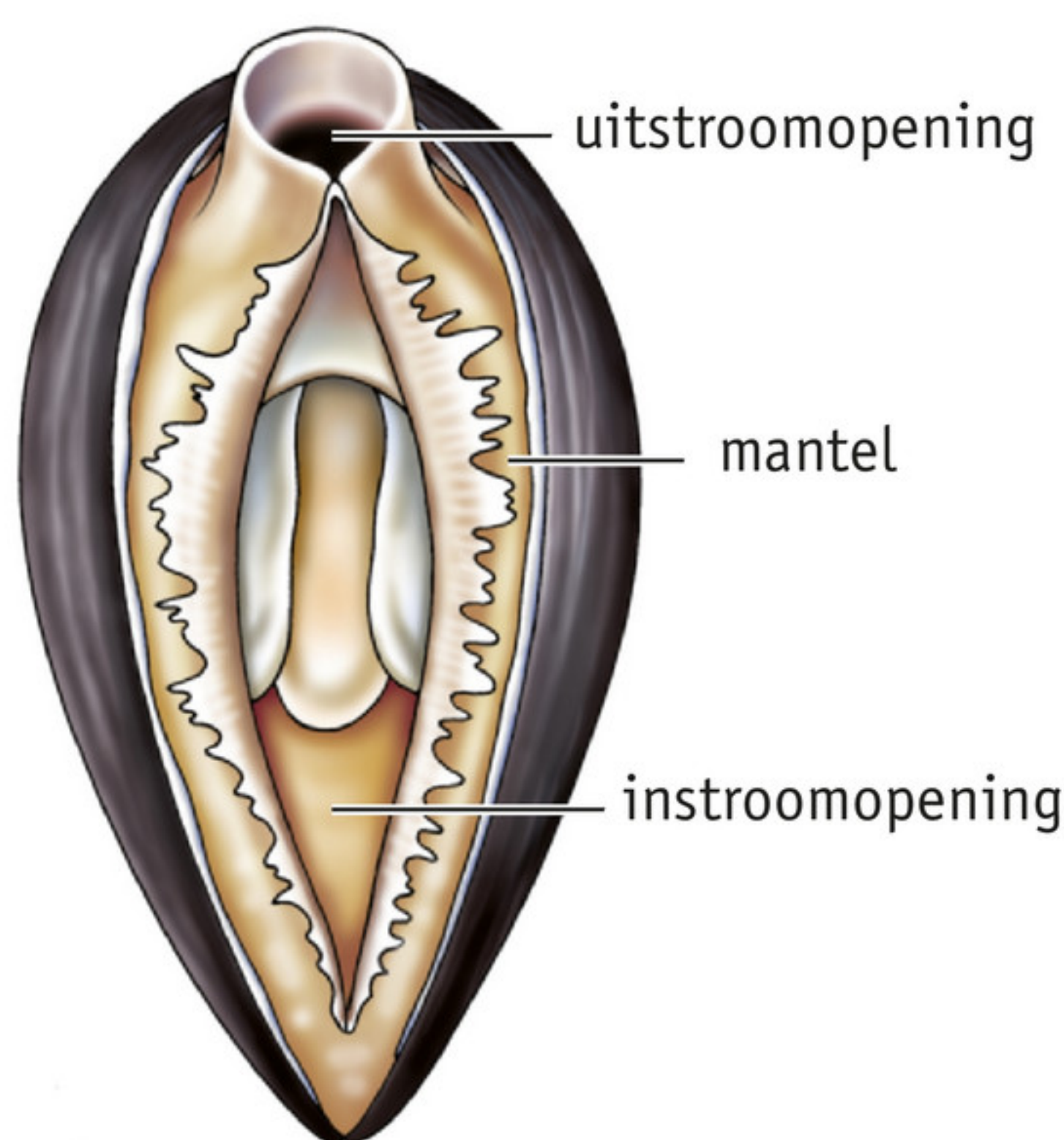
► **Afb. 77** Inwendige bouw van de zeemossel.

In deze verrijkingstof ga je de bouw van een mossel bestuderen. Een mossel behoort tot de weekdieren. Een kenmerk van weekdieren is dat ze een schelp of huisje als skelet hebben. Een mossel heeft twee schelpen die precies op elkaar passen (zie afbeelding 76 en 77). Net als alle andere weekdieren zijn mossels tweezijdig symmetrisch. Dit kun je zien in afbeelding 78 en 79. Tussen de schelpen liggen alle zachte delen van het dier, zoals de mantel, de kieuwen en de mond (zie afbeelding 80 en 81). Aan het einde van dit practicum kun je alle onderdelen van de mossel en hun functie benoemen.

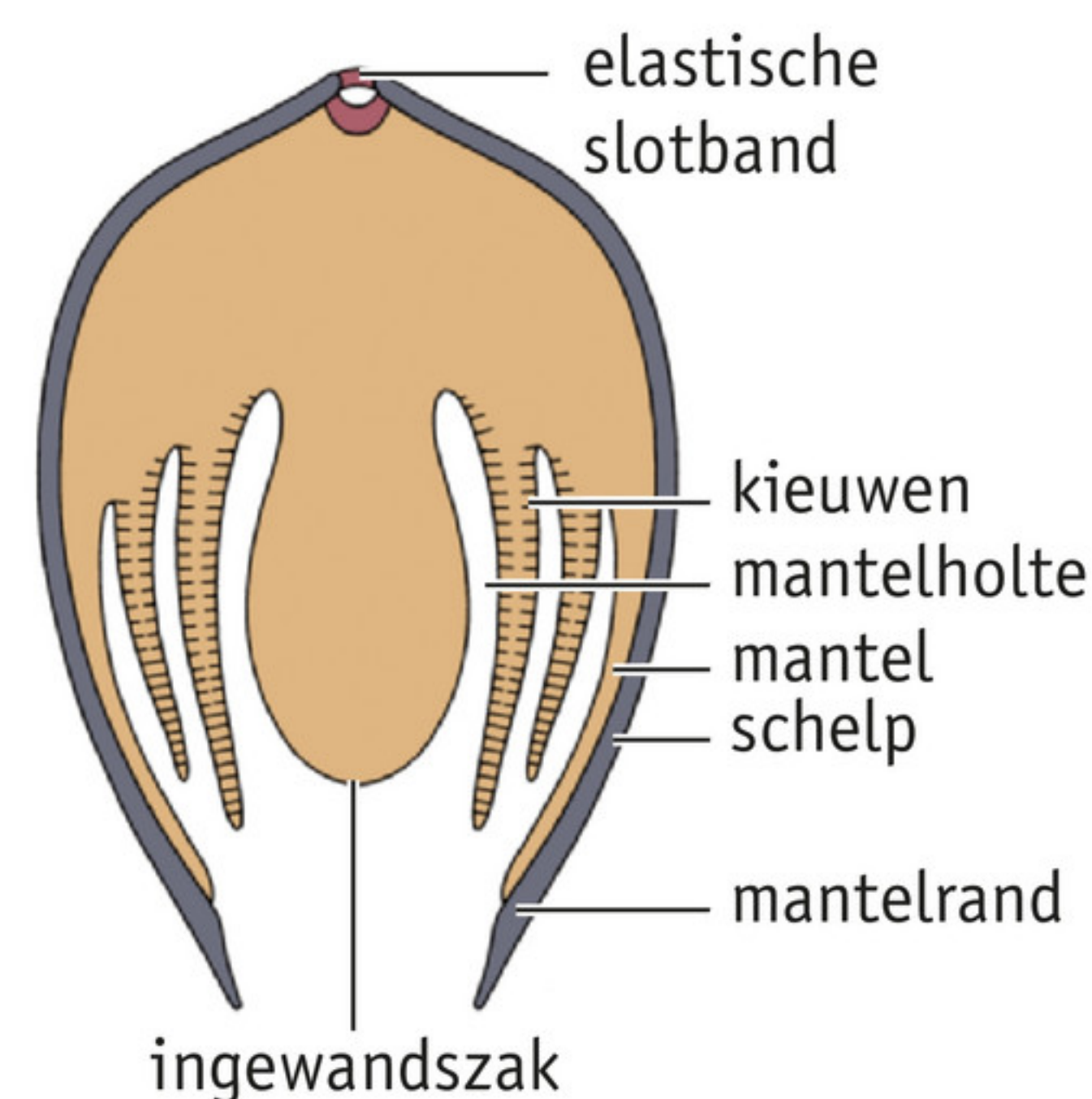
WB OPDRACHT 1 BLZ. 200



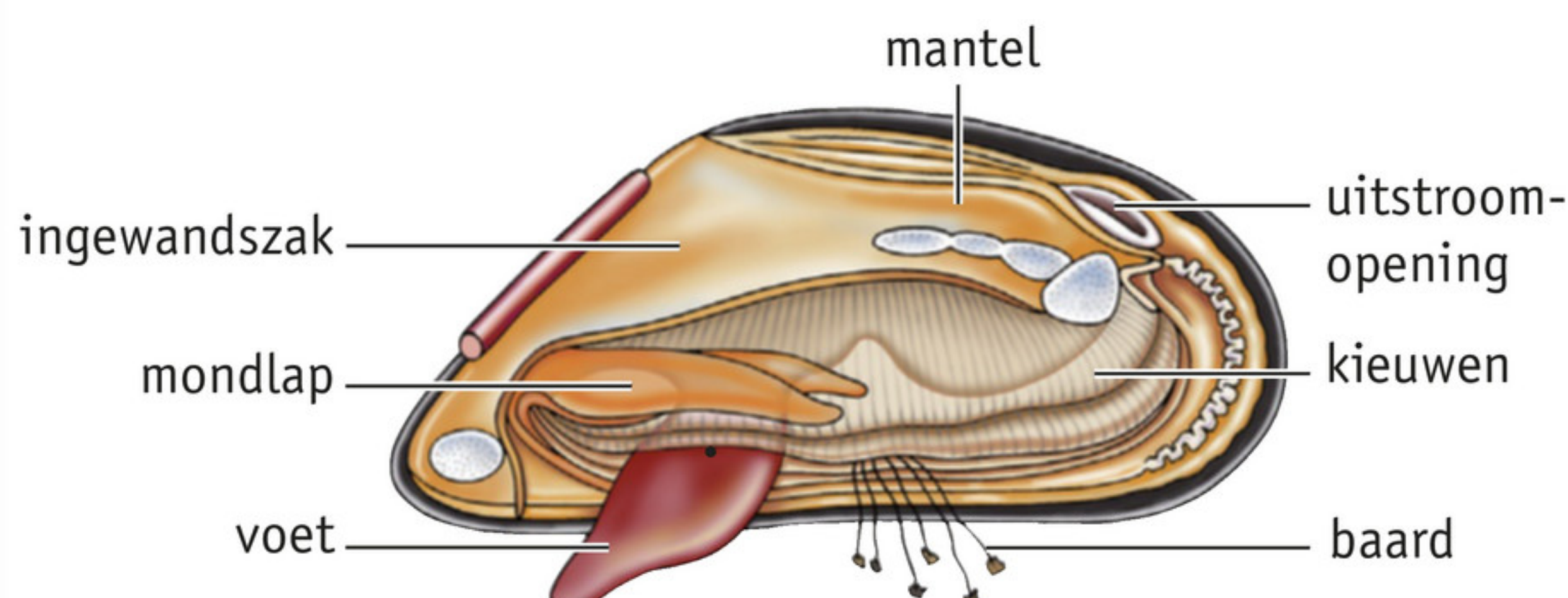
▼ **Afb. 78** Zeemossel in vooraanzicht.



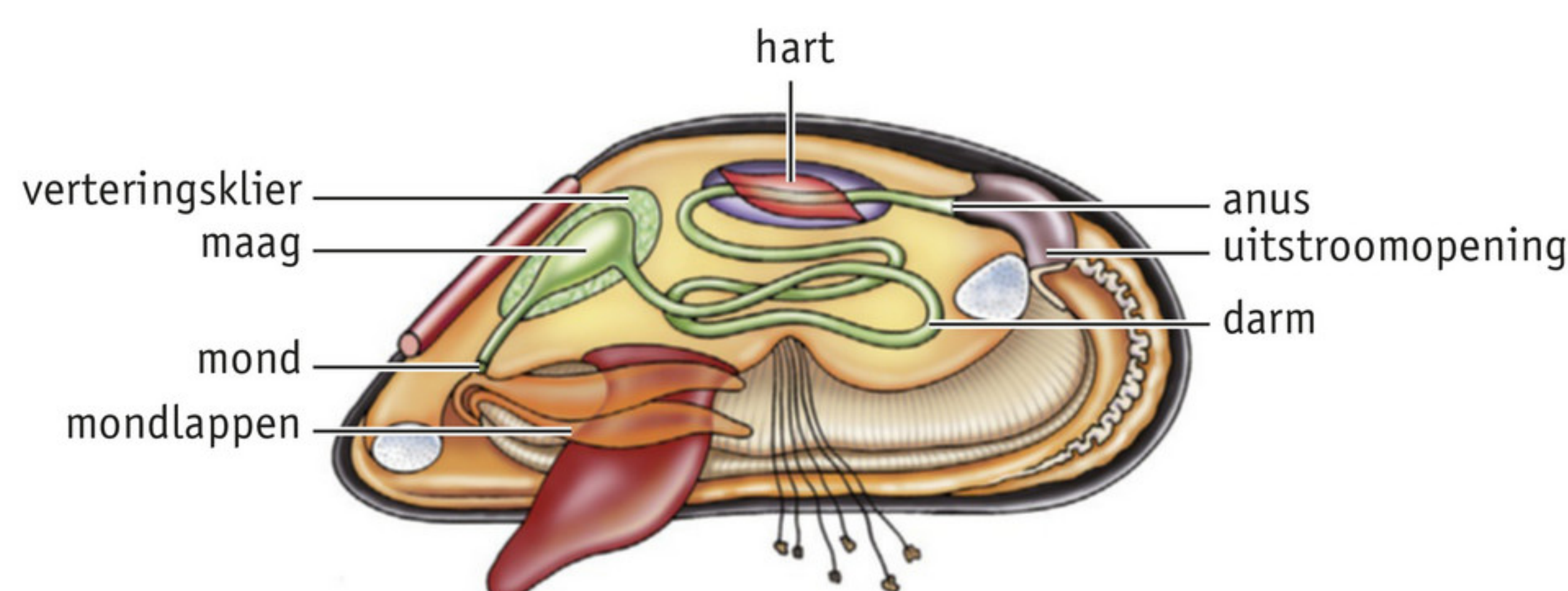
▼ **Afb. 79** Zeemossel met weggeknijpte mantel.



▼ **Afb. 80** Dwarsdoorsnede van een zeemossel (schematisch).



▼ **Afb. 81** Zeemossel met opengeklapte schelp.



Examentrainer

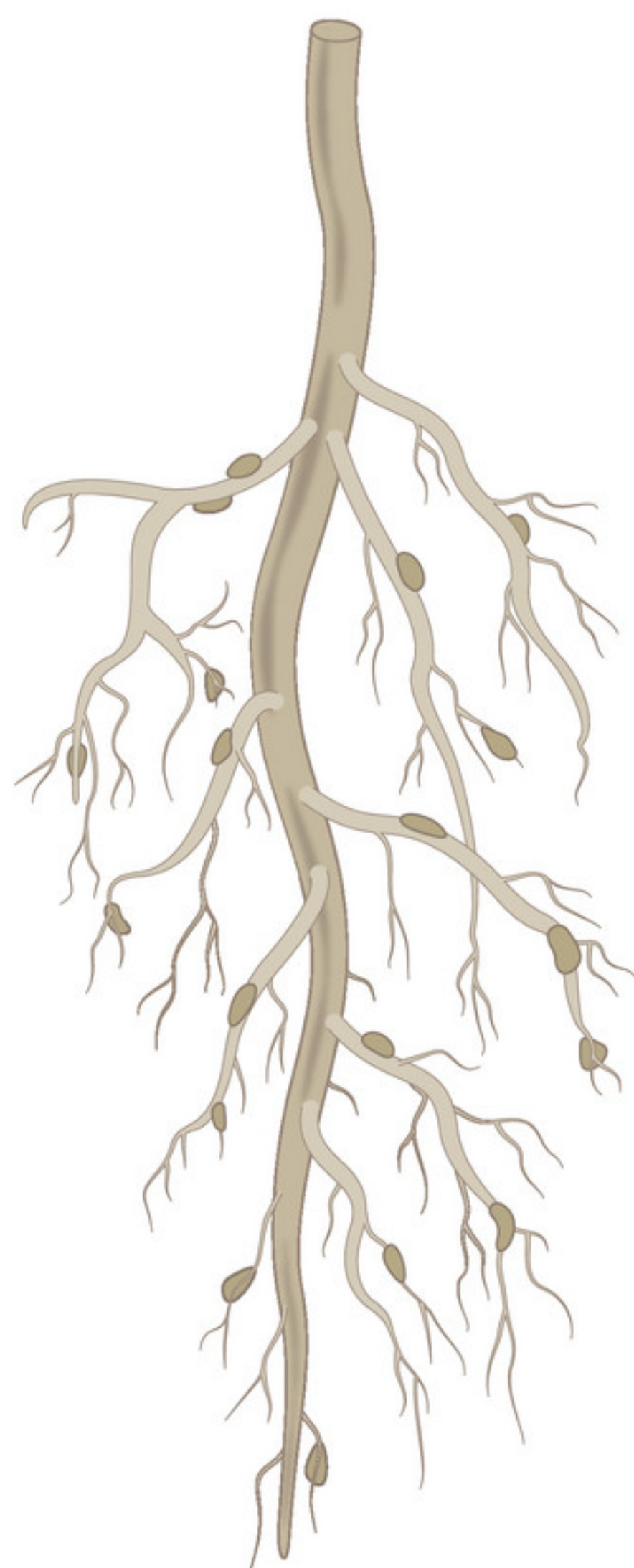
WORTELKNOLLETJES

Naar: examen vmbo-k 2013-1, vraag 33.

Aan wortels van klaverplanten zitten kleine knolletjes (zie afbeelding 82). In zulke knolletjes leven bacteriën die zich voeden met glucose uit de wortelcellen. Hannah bekijkt een stukje van een wortelknolletje van een klaverplant met een microscoop. Ze ziet cellen met een kern.

- 1p
- 1
- Kunnen dit bacteriën zijn? En kunnen dit wortelcellen zijn?
- A Alleen bacteriën.
- B Alleen wortelcellen.
- C Geen van beide.
- D Zowel bacteriën als wortelcellen.

▼ Afb. 82 Wortelknolletjes.



SCHIMMELS

Naar: examen vmbo-k 2014-1, vraag 31.

Fusariumschimmels kunnen bij planten ziekten veroorzaken. Ze dringen via jonge wortels de plant binnen en groeien verder in de houtvaten. Tanja bekijkt door een microscoop een stukje wortel van een plant die ziek is door zo'n schimmel. Ze ziet wortelcellen en schimmelcellen.

- 1p
- 2
- Heeft een wortelcel een celwand? En heeft een schimmelcel een celwand?
- A Alleen een schimmelcel heeft een celwand.
- B Alleen een wortelcel heeft een celwand.
- C Geen van beide cellen heeft een celwand.
- D Zowel een wortelcel als een schimmelcel heeft een celwand.

EEN DETERMINEERTABEL

Naar: examen vmbo-k 2011-1, vraag 5.

In een boek over planten die in en om het water leven, staat een determineertabel. In afbeelding 83 staat een deel van deze tabel.

- 2p
- 3
- Noem twee planten uit de determineertabel waarvan alle bladeren zich onder water bevinden.

▼ Afb. 83

DETERMINEERTABEL VOOR EEN AANTAL PLANTEN IN EN OM HET WATER

1	a	Alle bladeren van de plant bevinden zich onder water	2
	b	De plant heeft bladeren boven en/of op het water	5
2	a	De bladeren hebben een gladde rand.....	waterpest
	b	De bladeren hebben geen gladde rand.....	3
3	a	De bladeren zijn veervormig	aarvederkruid
	b	De bladeren zijn niet veervormig.....	4
4	a	De plant stinkt als je hem stuk wrijft.....	kranswier
	b	De plant stinkt niet als je hem stuk wrijft	hoornblad
5	a	De plant heeft bladeren die op het water drijven	6
	b	De plant heeft bladeren die boven het water uitsteken	7
6	a	De bladeren zijn klein en rond en de bloemen zijn wit.....	kikkerbeet
	b	De bladeren zijn lang en smal en de bloemen onopvallend gekleurd	fonteinkruid
7	a	De bladeren boven water hebben een pijlvorm	pijlkruid
	b	De bladeren boven water zijn lang en smal met een stekelige rand	krabbescheer

ZEEHONDEN

Naar: examen vmbo-k 2010-1, vraag 5.

Lees de context 'Krill' in afbeelding 84.

Een biologe doet onderzoek naar het gedrag van zeehonden in een gebied waarin zowel krabbeneters als zeeluipaarden voorkomen. Ze vindt aan de kust een jonge zeehond die gedeeltelijk is opgegeten door een andere zeehond.

- 1p 4 Kan deze andere zeehond volgens de context een krabbeneter zijn geweest? En kan het een zeeluipaard zijn geweest?
- A Alleen een krabbeneter.
 - B Alleen een zeeluipaard.
 - C Geen van beide.
 - D Zowel een krabbeneter als een zeeluipaard.

▼ Afb. 84

Krill

Over de hele wereld zijn er achttien soorten zeehonden. Veel van die zeehonden eten onder andere krill. Krill bestaat uit verschillende soorten garnaalachtige diertjes die zich met algen voeden. In de afbeelding is de samenstelling van het voedsel van twee soorten zeehonden weergegeven: een krabbeneter en een zeeluipaard.

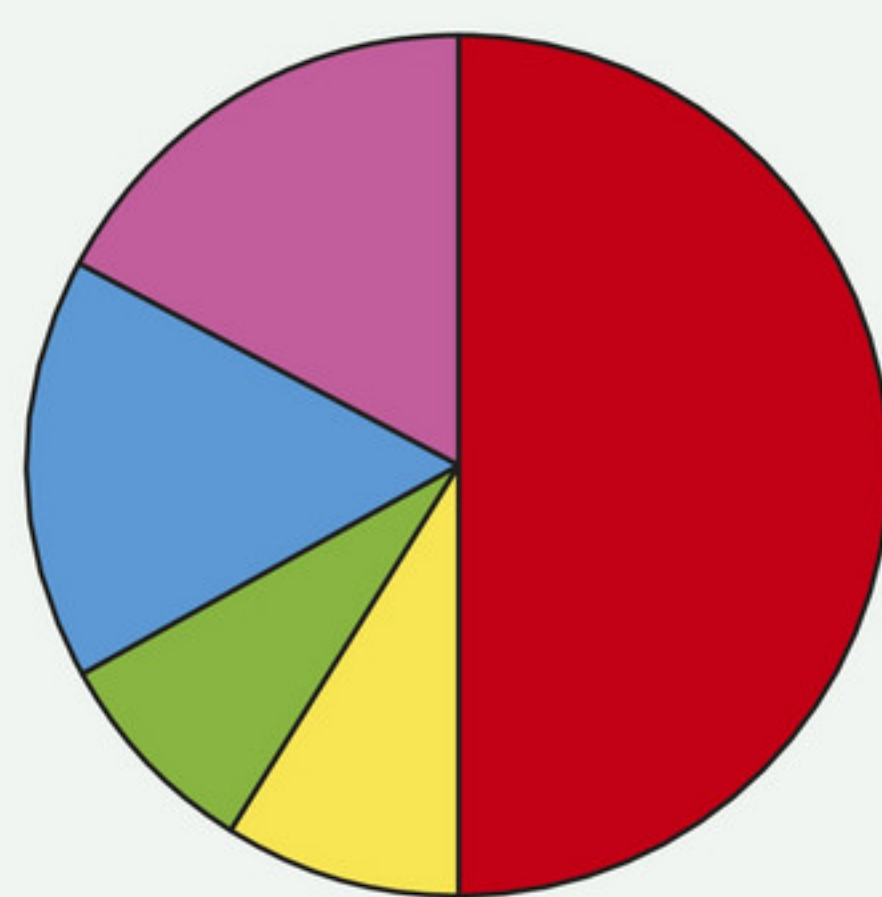


Legenda:

- krill
- vissen
- inktvissen
- vogels
- andere zeehonden



krabbeneter



zeeluipaard

Plusvraag

TROPISCHE REGENWOUDEN

Naar: examen vmbo-gt 2013-2, vraag 41.

Lees de context 'Soortenrijkdom in tropische regenwouden' in afbeelding 85.

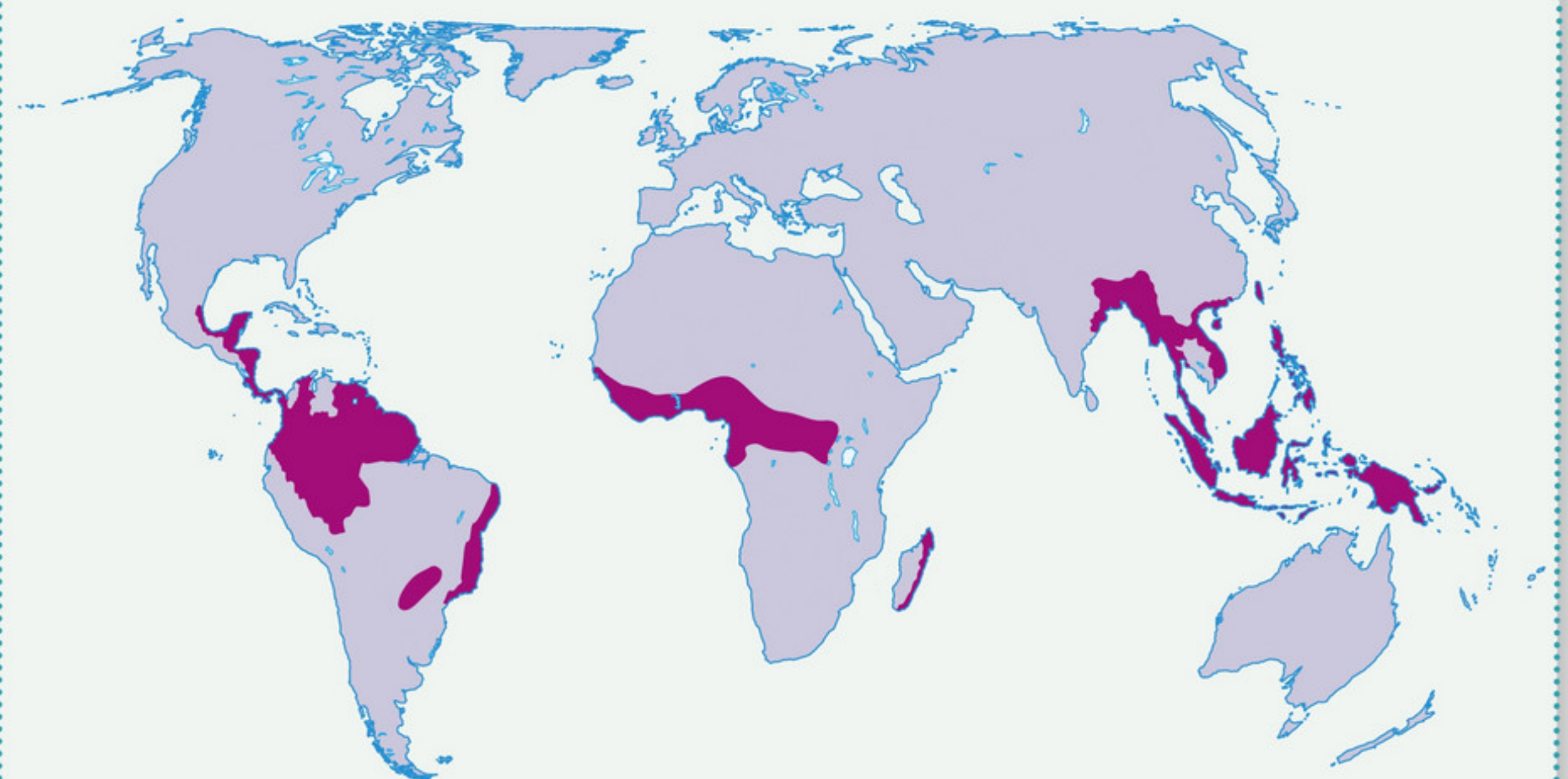
Er worden in de context verschillende soorten organismen genoemd die in het tropisch regenwoud leven.

- 2p 5 Noteer onder elkaar de namen van de soorten. Zet daarachter tot welke stam van het dieren- of plantenrijk de genoemde soorten behoren.

▼ Afb. 85

Soortenrijkdom in tropische regenwouden

Men schat dat er meer dan tien miljoen soorten planten en dieren in tropische regenwouden leven. Dat is meer dan de helft van het totale aantal soorten op aarde. Deze organismen hebben zich volgens de evolutietheorie in de loop van de tijd zó ontwikkeld dat ze goed zijn aangepast aan het milieu van het regenwoud. Veel soorten in een regenwoud hebben bijzondere eigenschappen. Zo zijn er hagedissen die over water lopen, zwevende slangen en vogeletende spinnen. Ook de plant met de grootste bloem ter wereld, de *Rafflesia arnoldii*, leeft in een regenwoud.



Legenda:

- tropisch regenwoud

- A**
- aanranding 76
 - abortus 74, 122
 - ademhalen 8
 - aids 68
 - aidsremmers 68
 - amfibieën 180
 - antibiotica 168
 - anticonceptiemiddelen 69
 - anticonceptiepil 71
 - argumenten 126
- B**
- baarmoeder 47
 - bacteriële infectie 168
 - bacteriën 167
 - balzak 44
 - bedektzadige planten 173
 - bevruchting 50, 57, 96, 97
 - bewegen 9
 - bijballen 44
 - biotechnologie 123, 168
 - biseksueel 75
 - bladgroenkorrels 19, 163
 - borstholte 10
 - buikholte 10
- C**
- candida 66
 - celdeling 23, 50
 - celkern 18, 163
 - cellen 12, 133
 - celmembraan 18
 - celwand 19, 163
 - chlamydia 66
 - chromosomen 20
 - chromosomenportret 21
 - clitoris 48
 - cloaca 96
 - coïtus interruptus 70
 - conclusies 27
 - condoom 70
 - conserveren 168
 - controlegroep 26
 - cytoplasma 18
- D**
- deling 167, 170
 - determineertabel 184
 - determineren 184
 - DNA 20, 133
 - dochtercellen 23
 - dominant gen 107
 - drager 120
 - druiper 66
 - dubbele naamgeving 199
 - dwarsligging 63
- E**
- echoscoop 121
 - echoscopie 121
 - eencellig 163, 167, 169
 - eeneiige tweeling 61
 - eerste eenvoudige vormen
 - van leven 154
 - eieren 182
 - eierstokken 47
 - eikel 45
 - eileider 47
 - eiwitten 133
 - embryo 57
 - erectie 45
 - erfelijke eigenschappen 20
 - evolueren 128
 - evolutie 126
 - evolutietheorie 126
- F**
- familie 160
 - fenotype 102
 - foetus 60
 - follikels 47
 - fossielen 130
 - fotosynthese 19, 163
- G**
- gastheercel 38
 - geboorteregeling 69
 - geen skelet 176
 - gele lichaam 47, 55
 - geleedpotigen 178
 - gemeenschappelijke kenmerken 160
 - gemuteerde genen 118
 - gen 102
 - genenpaar 107
 - genetisch advies 120
 - genetische modificatie 123
 - genitale wratten 66
 - genotype 103
 - geologische tijdschaal 154
 - geslacht 160
 - geslachtelijke voortplanting 50, 115, 126
 - geslachtscellen 50
 - geslachtschromosomen 105
 - geslachtsgemeenschap 46
 - geslachtskenmerken 52
 - geslachtsnaam 199
 - geslachtsziekten 66
 - gewervelden 178
 - gewone celdeling 23, 50
 - gisten 169
 - gonorroe 66
 - groeien 8
 - groeipunt 117
 - grooming 76
 - grote schaamlippen 49
- H**
- haren 182
 - heteroseksueel 75
 - heterozygoot 107
 - hiv 38, 68
 - holtedieren 178
 - homoseksueel 75
 - homozygoot 107
 - hormonen 52
 - hormoonklieren 53
 - hormoonspiraaltje 72
 - huid 182
 - human immunodeficiency virus 38
 - hygiëne 168
 - hypofyse 53
- I**
- incest 76
 - indaling 62
 - individueel 9
 - infectie 168
 - innesteling 57
 - insuline 123
 - intercellulaire ruimten 19
 - intermediair 109
 - inwendig skelet 176, 180
 - inwendige bevruchting 96
 - isolatie 129
- K**
- kegels 174
 - keizersnede 63
 - kerndeling 23
 - kernmembraan 18
 - kieuwen 182
 - kittelaar 48

- klaarkomen 46
 klasse 160
 kleine schaamlippen 48
 kleurstofkorrels 19
 knollen 116
 koperspiraaltje 73
 kopie 24
 korrels 19
 koudbloedige dieren 182
 kruisen 110
 kunstmatige selectie 115
- L**
- leden 178
 lesbisch 75
 levendbarend 182
 levenscyclus 9
 levensfasen 65
 levenskenmerken 8
 levensloop 9
 lichaamscellen 21
 longen 182
 loverboy 76
 lustbeleving 75
- M**
- maagdenvlies 49
 mannelijke geslachtshormonen 54
 masturbatie 46
 meercellig 163, 169
 meiose 50
 menstruatie 55
 menstruatiecyclus 54
 middenrif 10
 milieu 127, 183
 mitose 23, 50
 moedercel 23
 morning-afterpil 74
 mossen 173
 mutagene invloeden 119
 mutant 118
 mutatie 118, 126, 128
- N**
- naaktzadige planten 174
 naaldevormig 174
 nageboorte 64
 natuurlijke selectie 127
 navel 64
 navelstreng 60
 navelstrengader 60
- navelstrengslagaders 60
 naweeën 64
 niet-symmetrisch 175
 NuvaRing 72
- O**
- oestrogenen 54
 onderzoeksvraag 25
 ongeslachtelijke voortplanting 116
 ongesteld zijn 55
 ontsluiting 62
 ontwikkelen 8
 orde 160
 ordening 160
 orgaan 10
 orgaanstelsel 11
 organismen 8
 orgasme 46
 overeenkomst in bouw 131
 overlevingskans 126
 ovulatie 47
- P**
- paardenstaarten 173
 paren 21
 penicilline 168
 penis 45
 penseelschimmel 170
 perioden 154
 periodieke onthouding 70
 persweeën 62
 pessarium 73
 pil 71
 placenta 58
 plantenorganen 172
 plasmagroei 23
 populatie 126
 prenataal onderzoek 120
 preparaat 15
 prepareermateriaal 15
 prikpil 72
 primaire geslachtskenmerken 52
 probleemstelling 25
 processen 133
 proefgroep 26
 prostaat 45
- R**
- ras 165
 reageren op prikkels 9
 recessief gen 107
- recombinant-DNA-technieken 123
 reducenten 168
 reductiedeling 50
 reptielen 180
 resultaten 27
 rijk 160, 162
 rijpe follikel 47
 rudimentaire organen 133
 ruimten, intercellulaire 19
- S**
- samenstelling van stoffen 133
 schaamlippen 48
 schede 48
 schimmeldraden 169
 schimmels 169
 schubben 182
 schutkleur 127
 secundaire geslachtskenmerken 52
 segmenten 178
 seksualiteit 75
 seksueel overdraagbare
 aandoeningen 66
 seropositief 68
 skelet 176
 slijm 182
 soa's 66
 soort 160, 165
 soortaanduiding 199
 sperma 45
 spiraaltje 72
 spiraliseren 24
 sponzen 178
 sporen 170, 173
 sporenplanten 173
 stam 160
 stamboom 113
 stekelhuidigen 178
 stekken 116
 sterilisatie 73
 stofwisseling 8
 stuitligging 63
 syfilis 66
 symmetrisch 175
 syndroom van Down 121
- T**
- teelballen 44
 tekenregels 17
 testosteron 54
 tijdperken 154

transgeen.....	123
tussencelstof	12
twee-eiige tweeling	61
tweelingen	61
tweezijdig symmetrisch	175

U

uitdrijving	62
uitscheiden	8
uitwendig skelet.....	176
uitwendige bevruchting	97
urinebuis	45

V

vacuolen	18
vagina.....	48
vaginaal vocht	48
varens.....	173
veelzijdig symmetrisch	175
veredeling.....	115
veren	182
verkrachting	76
vervellen	180
verwachting	26
virussen	38
vissen	180
vlokkentest	121
voeden	8
voedingsstoffen	168
voedingszouten.....	168
vogels.....	180
voorbehoedmiddelen	69
voorhuid	46
voortplanting	9, 75
voorvocht.....	70
vrouwelijke geslachtshormonen.....	54
vrouwencondoom.....	71
vruchtbaar	165
vruchtbare periode	56
vruchten	173
vruchtvliezen	60
vruchtwater.....	60
vruchtwaterpunctie	122

W

waarnemingen	27
warmbloedige dieren.....	182
weeën.....	62
weefsel	12
weefselkweek	117
weekdieren	178
werkplan.....	26
wervelkolom	180
wervels	180
wetenschappelijke naam	199
wormen	178

X

X-chromosoom	105
--------------------	-----

Y

Y-chromosoom	105
--------------------	-----

Z

zaadballen	44
zaadblaasjes	45
zaadleiders	44
zaadlozing	45
zaadplanten	173
zaden	173
zetmeelkorrels	19
zoekkaart.....	184
zoogdieren.....	180
zweepstaart	44
zwellichamen	45
zwemmerseczeem	171

AUTEURS

Arteunis Bos
Lizzy Bos-van der Avoort
Rob Melchers
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Jorn van Dooren
Ruud Passier
m.m.v. Miranda Jansen

AUTEURS ZESDE EDITIE

Gerard Smits, Ben Waas, Arteunis Bos, Onno Kalverda

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 3: 17, 37, 46, 53.1, 56.1, 56.2, 59, 68, 87, 89, 91, 92; thema 4: 1, 8.2, 8.3, 11.2, 61.3, 61.4, 72, 73.1, 84; Ardea, Londen: thema 4: 11.3; B en U, Amsterdam: thema 3: 63, 64, 65, 94; Teun Berserik, Den Haag: thema 1: 32; thema 2: 15.1, 15.2, 16.1, 16.2, 38.1 t.m. 38.8; Bruno Press, Deventer: thema 2: 39; Buiten-Beeld, Nijkerk: thema 4: 28.4; Robert Cameron, Sheffield, UK: thema 3: 27.2; Corbis: thema 1: 54.1, thema 2: 67; thema 3: 2, 5.1; thema 4: 5, 13, 41.1, 41.2; Dreamstime: thema 3: 50.2, 88.1; thema 4: 63; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 1: 9, 30, 31, 57.2, 60, 61, 62, 63; thema 2: 40, 63, 90, 92; thema 3: 59, 62, 69, 78, 79, 98, 99, 100; thema 4: 35, 50, 54, 65, 69, 70.1, 81, 85; Euromex, Arnhem: thema 1: 12, 36; Wim Euverman, Utrecht: thema 3: 52.1, 52.2, 52.3, 61.1, 61.2; Flickr: thema 1: 23.2a; Foto Natura: thema 3: 48; Fotolia: thema 3: 49.1, 49.2; Getty Images: thema 3: 75; thema 4: 43.2, 43.3; Henk Schuurmans, Heusden: thema 1: 13, 15.1 t.m. 15.6; Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 1: 28, thema 2: 36, 65, 81, 82, 83, 87; thema 3: 39, 45, 47, 49.3, 54.1, 60, 67; thema 4: 23, 29.1; Imageselect, Wassenaar: thema 1: 23.3a, 44; thema 2: 14, 49.1, 78, 86, 89; thema 3: 50.1, 54.2, 70, 88.2, 94; thema 4: 6, 8.1, 31.3, 37, 41.3, 42, 68, 75; iStock: thema 4: 58; Kartell s.p.a., Noviglio, Italië: thema 1, 14.4; Medical Visuals Maartje Kunen, Arnhem: thema 1: 55; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 2: 46, 50.2; thema 3: 42, 44; thema 4: 16, 17; Nature in Stock, Amsterdam: thema 4: 11.1, 11.4, 74; Marijn Olislagers Fotografie, Den Bosch: thema 1: 34.1, 34.2; Corina van Riel, Amsterdam: thema 2: 69, 70, 72, 21, 23, 24, 25, 26; Science Photo Library / ANP Photo, Rijswijk: thema 1: 23.1a, 26, 42.1, 56; 57; thema 2: 3.1, 7, 28, 29.1, 29.2, 49.2; thema 3: 6.1, 6.2, 36, 66; thema 4: 7, 12, 14, 20, 38.2; Shutterstock: thema 1: 8, 21, 23.1b, 23.2b, 23.3b, 24.1, 24.2, 27, 29.1, 29.2, 38, 39, 41, 46.1, 46.2, 48,

REDACTIE

Ivonne Hermens, PRosa Redactie

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Pointer grafische vormgeving, Geldrop

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

49, 54.2, 59; thema 2: 30.1, 30.2, 64, 66, 88; thema 3: 1, 5.2, 5.3, 5.4, 10, 11, 12, 14.1, 14.2, 15.1, 15.2, 15.3, 16, 18, 22.1 t.m. 22.5, 27.1, 49.4, 53.2, 72, 74, 76; thema 4: 8.4, 9, 20, 27.2, 31.1, 31.2, 32, 43.1, 53, 61.1, 61.2, 67, 73.2; Studio Oostrum, Den Haag: thema 2: 1, 5; Bas Teunis Zoological Illustrations, Eindhoven: thema 1: 2, 37; thema 3: 20, 86; thema 4: 4, 10, 34, 36, 39, 62, 64, 66, 70.2; Henk van der Vrande: thema 1: 1, 6, 7, 22, 40.1, 40.2, 45, 53, 58.1, 58.2, 58.3, 58.4, 58.5; thema 2: 2, 3.2, 6, 8, 17.1, 17.2, 17.3, 18, 19, 20, 23, 24.1, 24.2, 24.3, 24.4, 25, 27, 31.1, 31.2, 41, 43.1, 43.2, 50.1, 51, 52.1, 52.2, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 68, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 80; thema 3: 3, 4, 19, 28, 29.1, 29.2, 29.3, 30.1 t.m. 30.6, 31, 32.1, 32.2, 71, 80, 84, 93; thema 4: 15, 38.1, 46, 48, 56, 60, 76, 77, 78, 79, 80; Voermans Van Bree Fotografie, Arnhem: thema 2: 42, 44.1; Wikimedia Commons: thema 2: 26; thema 4: 55.

BEELDEN THEMA-OPENINGEN

omslag: giraffen, Getty Images
thema 1: donoractie, Hollandse Hoogte
thema 2: kanaal, fietsers, Corbis
thema 3: tweeling, Hollandse Hoogte
thema 4: gnoes, Getty Images

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 94 020 2992 5

Zevende editie, zevende oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Lizzy Bos-van der Avoort
Rob Melchers
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Jorn van Dooren
Ruud Passier

ISBN 978 94 020 2992 5



9 789402 029925

562631

MALMBERG